

XV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - SENDI 2002

I_{eqp} – Corrente Equivalente em Perdas

S. U. Ahn – CPFL.Piratininga, H. S. Prieto – EPUSP e D. Battani - EPUSP

E-mail: seun@piratininga.net

Palavras-chave - Perdas de energia; estimação; *cluster analysis*; redes neurais; gerenciamento da distribuição.

Resumo - A proposta do presente trabalho é a definição e a determinação da corrente que será utilizada para estimação das perdas técnicas nos alimentadores. Adotou-se a denominação "*Corrente Equivalente em Perdas (I_{eqp})*", por não ter uma denominação nas literaturas pesquisadas.

A estimação da perda técnica com a metodologia proposta visa atender: A utilização do sistema de gerenciamento existente nas empresas, aplicação das medições dos alimentadores (com curvas de cargas diárias ou de correntes máximas), e que reflita a função temporal das perdas técnicas numa simulação de gerência de rede de distribuição.

Após definir I_{eqp} , o trabalho expõe a sua aplicação na CPFL, utilizando para esse fim, as técnicas de *cluster analysis* na classificação e de reconhecimento padrão; e técnicas de redes neurais para interpolação.

A metodologia estima a perda técnica nos alimentadores em até 250% menor que atualmente praticadas, e como consequência, recomenda um estudo similar para os demais sistemas elétricos.

1. INTRODUÇÃO

No cenário cada vez mais competitivo de mercado de energia elétrica, há vários fatores que fazem um ponto diferencial de uma empresa para outra do setor. Entre eles citam-se: Continuidade de fornecimento de energia, qualidade de tensão fornecida, perdas de energia, atendimento ao consumidor, etc..

Todas as concessionárias tem se esforçado nos últimos anos, a fim de melhorar um ou mais itens citados. A proposta deste trabalho é contribuição com a metodologia de estimação de perdas técnicas. A perda de energia de uma concessionária é dada pela diferença entre a energia que entra no sistema menos a energia faturada e a energia em transito. E por sua vez a perda de energia é subdividida em duas partes: Perda Técnica e Comercial.

Com o cálculo da perda total, determina-se as parcelas individuais. O procedimento é estimar a perda técnica e deduzir da perda total, obtendo assim a comercial, uma vez que, não há ainda uma metodologia segura de determinação a essa. Estima-se a perda técnica, porque ela é uma temporal, e os meios que dispõe são funções pontuais. Portanto a proposta do trabalho é uma forma de converter a perda técnica temporal em uma função

pontual e que possa ter a sua praticidade aplicada na CPFL.

O procedimento atual de estimação da perda técnica da distribuição é uso de um dos algoritmos existente nos sistemas gerenciadores, porem a sua simulação é para a demanda máxima esperada com intervalo de confiança de 90% do sistema [1]. Portanto estima-se a perda máxima, ou em alguns casos as perdas máximas de vários períodos. É um processo válido para direcionar as obras futuras ou de investimentos, porem não é adequado para estimar as perdas técnicas.

A natureza das perdas técnicas dos sistemas é uma função temporal, isto é, depende da hora e da sua curva de carga diária e varia de um instante a instante e de um dia a outro. Portanto é mais adequado uma solução que reflita a função temporal, além da configuração física dos circuitos e a demanda passante.

O objetivo do trabalho é uma proposta de metodologia alterando os conceitos técnicos envolvidos, entretanto, uma mudança de metodologia e critérios necessita desenvolver um procedimento para a implantação. As técnicas empregadas são: *Cluster Analysis* para classificação estatístico e Redes Neurais para interpolação numérica. No entanto o trabalho não irá detalhar as técnicas propriamente dita, apenas explorará a forma de uso com propósito de as alternativas de soluções[2].

O trabalho foi desenvolvido com uso de dados das empresas Bandeirante Energia e CPFL Piratininga, antes da cisão ocorrida em 01/10/2001. Portanto os dados citados no trabalho não mais correspondem a nova realidade, apenas servem para exemplificar a proposta.

2. SITUAÇÃO ATUAL DA ESTIMAÇÃO

Neste capítulo são apresentadas a situação atual das simulações, bem como as particularidades de cada um.

Em função de grande massa de dados envolvidos para uma simulação de rede de distribuição, é normal que as empresas busquem num sistema de gerência da distribuição as informações pertinentes à ela. No caso da CPFL – Piratininga tem a sua rede de distribuição cadastrada e simulada num sistema denominada GRADE. E em função de uma particularidade da simulação, uma alternativa de estimação foi testada com as medições de demandas máximas dos alimentadores.

A CSPE, - Comissão de Serviços Públicos do Estado de São Paulo, apresentou uma proposta de estimação de perdas técnicas, como um padrão para as concessionárias

do estado, porém em função das diversas constantes que deve ser adotados na sua aplicação, esta metodologia está ainda sendo avaliada.

2.1. Metodologia do Sistema Grade

Grade é um sistema de gerenciamento da distribuição implantado na CPFL - Piratininga, no início dos anos 90, realiza as simulações mensais de todos os alimentadores com propósito de gerenciar a sua rede de distribuição, bem como dotar de diretrizes de investimento. Portanto é adequada realizar a simulação com a demanda máxima esperada.

Estimação das perdas técnicas do GRADE apresenta um inconveniente inerente ao sistema, que é ao simular, o sistema verifica a tipologia da distribuição de carga nos segmentos (madrugada; manhã; tarde; e noite; ver a tabela I), se a medição fornecida pelo usuário não seja menor ou igual aos parâmetros estabelecidos, o sistema abandona a medição e executa os cálculos em função da somatória das demandas não diversificadas dos clientes e também pela somatória das fases mais carregadas em cada um dos trechos. E ainda tem mais um agravante, quando de um trecho para outro se a demanda máxima de uma fase é maior que as outras e no trecho seguinte a demanda máxima for de uma fase diferente, para a simulação as demandas máximas são somadas como se fossem da mesma fase.

Para a simulação dos demais segmentos distintos do segmento da demanda máxima (normalmente à noite) utiliza-se uma média ponderada da participação dos consumos em função da sua atividade. Se o alimentador tiver uma grande parcela de consumidores comerciais ou industriais, a demanda máxima poderá ocorrer durante os períodos manhã ou tarde.

O procedimento além de calcular as perdas máximas do segmento considerado, porém não reflete as perdas técnicas operacionais do sistema elétrico de distribuição primária, servindo principalmente, como indicativo para priorizar as obras [3].

TABELA I
DIVISÃO POR SEGMENTOS

Segmento	Madrugada	Manhã	Tarde	Noite
Duração (horas)	6	6	5	7
Período	1:00 ~ 6:00	7:00 ~ 12:00	13:00 ~ 17:00	18:00 ~ 24:00

O procedimento do GRADE sendo por definição, a simulação das demandas máximas não diversificadas, por si só, demonstra que leva ao usuário a estimativa acima dos valores reais. Os valores relacionados a simulação será mostrada no capítulo 5 Análise dos Resultados.

2.2. Metodologia da Demanda Máxima

Essa metodologia tem por objetivo demonstrar a aplicação das demandas máximas nos alimentadores e utilizar o cadastro da rede de distribuição da CPFL.

Portanto foi desenvolvida um extrator de banco de dados para a pesquisa, contendo para cada um dos trechos de todos os alimentadores:

Identificação do alimentador;

Coordenadas;

Impedância;

- Demanda passante nos 4 segmentos

Para esses alimentadores foi imposta as medições fornecidas pelo Departamento de Operação de fevereiro de 2001, com fins de simulação.

Com os valores das correntes máximas por circuito e por segmento, as correntes do Grade foram recalculadas em cada um dos trechos, tomando-se o cuidado de converter todos os trechos de cada alimentador proporcionalmente, razão da demanda máxima do GRADE e demanda máxima medida.

Essa metodologia fornece um valor de perdas técnicas para circuitos primários menor que do Sistema Grade, porém ainda estima as perdas técnicas máximas do circuito por segmento.

As duas metodologias anteriores já apresentadas apesar de serem fáceis de obter, apresenta uma estimativa das perdas técnicas maiores que a realidade.

3. CORRENTE EQUIVALENTE EM PERDAS - I_{EQP}

Visto que as metodologias existentes hoje não atende a necessidade de estimar as perdas técnicas, sem uma inovação tecnológica de medição, e com grandes investimentos de recursos. Buscou uma solução, definindo uma nova entidade elétrica que estime as perdas com mais propriedades e que não necessite de investimentos adicionais.

A solução encontrada é a definição de uma corrente, semelhante ao processo de "Demandas Máximas" do capítulo 2, que realiza as simulações e traduza a estimativa das perdas. Foi denominada de "Corrente Equivalente em Perdas - I_{eqp} ", por não ter sido encontrado uma denominação apropriada na literaturas. Para essa entidade, há necessidade de definir o I_{eqp} conceitualmente antes de detalhar os procedimentos para a sua determinação.

3.1. Definição do I_{eqp}

A I_{eqp} é a corrente que estima as perdas técnicas dos alimentadores e em cada um dos segmentos, utilizando como ferramenta de simulação o sistema de gerenciamento da distribuição.

Isto é, uma corrente que provocará a perda técnica equivalente do período considerado como se fosse feita a simulação ininterruptamente no período.

3.2. Determinação de I_{eqp}

O procedimento da determinação da I_{eqp} , aqui é feita em função das disponibilidades das informações existentes na CPFL, porém o procedimento é geral e pode ser aplicada em outras situações ou em outras empresas.

Para a determinação de I_{eqp} é necessária um conjunto de medições de um alimentador. No caso do exemplo um conjunto de medições de uma semana com intervalos de integração de uma hora.

A sua determinação é em função da distribuição estatística, normalizada, e média quadrática dos quadrados. O resultado dessas operações corresponde o fator de perda do período considerado. Extraindo a raiz e seu produto pela corrente máxima, tem-se a Corrente Equivalente em Perdas do segmento. Repete-se o processo para todos segmentos (manhã, tarde, noite e madrugada).

Procedimento empregado para determinar a I_{eqp} , em função dos dados e ferramentas disponíveis na CPFL - Piratininga, bem como do sistema de gerenciamento da distribuição existente.

- Do conjunto de curvas de carga de um alimentador montar a matriz de correntes (tabela A, do anexo);
- Formar subconjuntos em função dos segmentos;
- Para cada subconjunto identificar a corrente máxima e normalizar a submatriz (tabela II). Resultado dessa etapa é a determinação de fatores de carga em cada instante. Todos os conjuntos de medições tanto os com curvas de carga e as medições só com as demandas máximas devem ser normalizadas, para poderem ser comparadas o comportamento dos alimentadores com diversas taxas de carregamentos;
- Elevar todos os fatores de carga ao quadrado (Fator de Perda por instante);

TABELA II
DISTRIBUIÇÃO DAS CORRENTES DE UM ALIMENTADOR HORAX DIA

Segmento	Corrente Máxima (A)
Madrugada	159.1
Manhã	188.0
Tarde	194.7
Noite	301.2

- Calcular a média dos fatores de perda. Um exemplo de cálculo é mostrada na Tabela III;

$$FP_{\mu} = \frac{\sum FP_i}{N} \quad (1)$$

- Multiplicar FP_{μ} por corrente máxima.

O produto de:

$$I_{eqp} = FP_{\mu} \times I_{max} \quad (2)$$

É a corrente equivalente em perdas.

Notar que a diferença entre I_{eqp} e $I_{média}$ do segmento é de apenas 5.9%. Na maioria dos casos a diferença ficou menor que 2%. Portanto para o desenvolvimento da pesquisa pode-se usar apenas a $I_{média}$ no lugar da I_{eqp} sem prejudicar o resultado.

TABELA III
CÁLCULO DE FATOR DE PERDA DO SEGMENTO – NOITE,
 I_{EQP} ; E $I_{MÉDIA}$.

Matriz de Fator de Perda Normalizada

0.93	0.91	0.92	0.97	0.74	0.63	0.49
0.44	0.47	0.54	0.53	0.50	0.50	0.41
0.95	1.00	0.99	0.95	0.95	0.93	0.80
0.90	0.91	0.91	0.91	0.90	0.87	0.69
0.84	0.83	0.78	0.80	0.77	0.68	0.63
0.68	0.69	0.70	0.72	0.67	0.58	0.56
0.59	0.57	0.59	0.60	0.53	0.47	0.46
0.39	0.38	0.41	0.41	0.39	0.38	0.32

$I_{maxima} = 301.2 \text{ A}$
 Fator de Perda do Segmento = 0.68
 $I_{eqp} = 248.3 \text{ A}$
 $I_{média} = 233.7 \text{ A}$

3.2.1. Simulação em função de I_{eqp} .

Após determinar a I_{eqp} de cada um dos segmentos, calcular o fator K de conversão das demandas passantes.

$$K_i = \frac{I_{eqp}}{I_{máxima_passante}} \quad (3)$$

K_i é determinado por cada segmento.

Definido o fator de conversão K, tem-se duas opções para a estimação: Substituir a I_{max} por I_{eqp} na saída do alimentador e executar a simulação da rede primária; ou multiplicar todos os trechos do alimentador por K correspondente e em seguida calcular as perdas por efeito joule.

4. TÉCNICAS DE DETERMINAÇÃO

As técnicas utilizadas para desenvolvimento do trabalho foram: Técnicas de Classificação por Reconhecimento de Padrão, com uso de *Procedure Fastclus* de cluster analysis do *SAS Statistical Analysis System* e Técnicas de Interpolação de Redes Neurais Artificiais, chamado MLP - *Multi Layer Perceptron*, baseado na rede neural denominado *backpropagation*.

Neste capítulo irá apresentar a forma de utilização das duas técnicas expostas acima, como uma das soluções dos problemas da rede de distribuição, sem entrar em méritos das técnicas nem da parte conceitual. Por se tratar de um *forum* de engenharia e não de algoritmos de cálculo.

O uso das duas técnicas é necessária por questões operacionais. A técnica de classificação utilizada é um método estatístico explorada em várias pesquisas, e apresenta bons resultados quando se tem uma massa de dados de entrada e de saída. Portanto pode ser sempre utilizada para aferir os demais técnicas de estimação.

Será exposta a seguir os bancos de dados existentes para desenvolver o trabalho, bem como as metodologias desenvolvidas.

4.1. Alimentadores com Curva de Carga Diária.

Para o presente trabalho foi utilizadas as medições existentes de alimentadores com curvas de carga diária de uma semana. Num total de 120 alimentadores.

Um modelo da curva de carga utilizada é mostrada na figura 1.

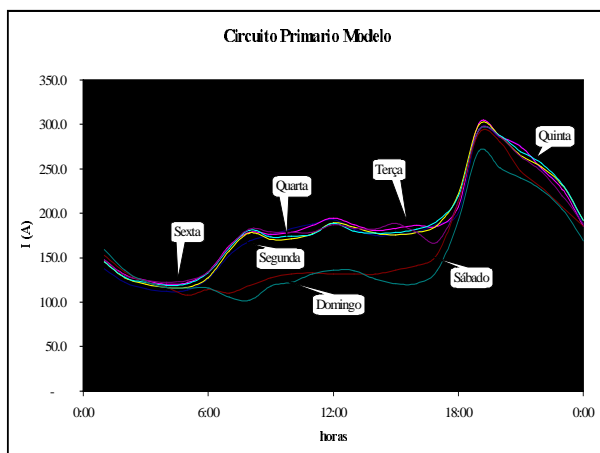


FIGURA I

CURVA DE CARGA DIÁRIA DE UM DOS ALIMENTADORES

4.2. Alimentadores com Demanda Máxima por Segmento.

Além dos alimentadores com as curvas de carga, também foi coletados os alimentadores (608) que não possuem as curvas de carga, e somente as demandas máximas nos 4 segmentos consideradas para a simulação.

As demandas máximas dos alimentadores foram coletados das planilhas de medição fornecidos pela COD.

Notar que para a simulação dos sistemas gerenciadores a medição é atualizada com a demanda máxima de cada

segmento no mês, portanto as demandas máximas podem ser de dias diferentes.

4.3. Uso de Técnicas de Classificação

Como a sua utilização é de conhecimento do setor elétrico, não se irá apresentar a ferramenta em si, apenas os módulos de simulações para solução dos problemas.

Para simular as duas etapas seguintes, deve-se preparar de antemão as medições existentes:

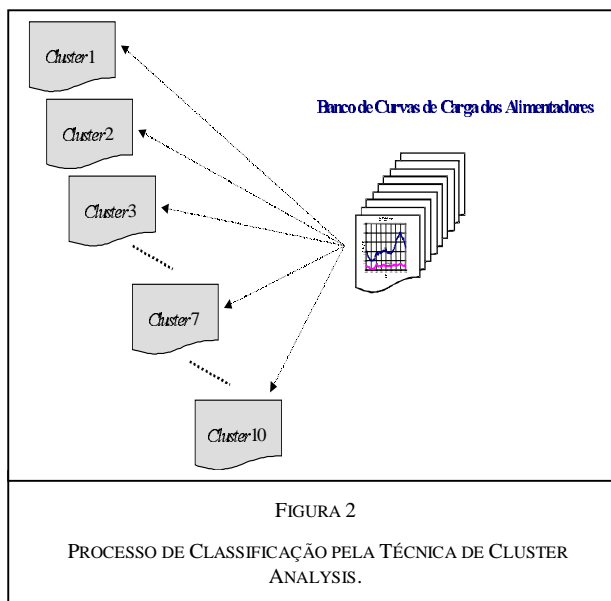
As 120 medições com curvas de carga, determinar as correntes máximas e as correntes equivalentes em perdas para todas e por segmentos;

As 608 medições de alimentadores com as correntes máximas por segmento.

4.3.1. Preparação dos Decks de simulação do SAS.

Em *procedures* separados, preparar os *decks* de 120 alimentadores com as demandas máximas e de 608;

Executar o *procedure fastclus* do SAS com 10 *clusters* para cada um dos *decks*, ver a figura 2 [4];



Separar as sementes de cada um dos clusters, verificar a frequência (figuras 3 e 4);

Montar a matriz das distancias euclidianas (anexo 2);

Em função das distancias euclidianas, determinar que cada um clusters dos alimentadores operacionais tenha o comportamento semelhante a dos alimentadores padrão, quanto aos valores das suas I_{eqp} .

Na figura 3, tem-se os resultados da classificação dos alimentadores padrão em 10 clusters em sementes.

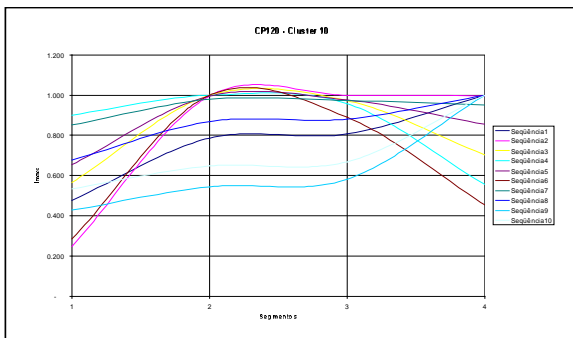


FIGURA 3

GRÁFICO COMPARATIVO DAS DEMANDAS MÁXIMAS DOS ALIMENTADORES PADRÃO, APÓS A CLASSIFICAÇÃO.

Para cada cluster de classificação dos alimentadores padrão, forma-se um subconjunto de alimentadores e efetua-se a média das I_{eqp} por segmento de cada um dos *clusters*. Essas I_{eqp} médias serão representativas de cada *clusters* na aplicação em alimentadores operacionais.

Para os alimentadores operacionais os resultados dos clusters é:

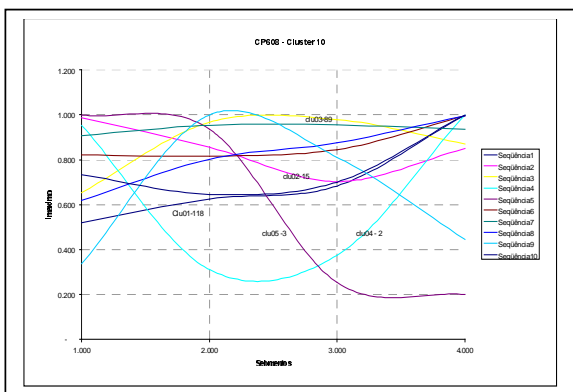


FIGURA 4

RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO DO PROCEDURE CLUSTER PARA OS ALIMENTADORES OPERACIONAIS.

Os resultados das duas classificações anteriores são comparadas entre si em duas maneiras: Graficamente e via distancia euclidiana das suas sementes (ver a figura 5).

Deve-se observar que comparando entre as duas classificações, várias sementes são semelhantes (ver resultado das distancias euclidianas no anexo tabela D).

Como os alimentadores que apresentam a semelhança de comportamento nas demandas máximas, adota-se que a sua variação nos segmentos sejam também semelhantes.

Assim para cada um dos alimentadores operacionais classificados de acordo com os alimentadores padrão, adota-se as I_{eqp} calculadas no item anterior.

Por sua vez poderá processar uma simulação de Sistema de Gerenciamento, substituindo as correntes nas saídas dos alimentadores ou calcular as constantes K de respectivos alimentadores e em seguida estimar as perdas por efeito joule.

Para os efeitos do trabalho foi escolhida a Segunda opção por facilidade de processamento.

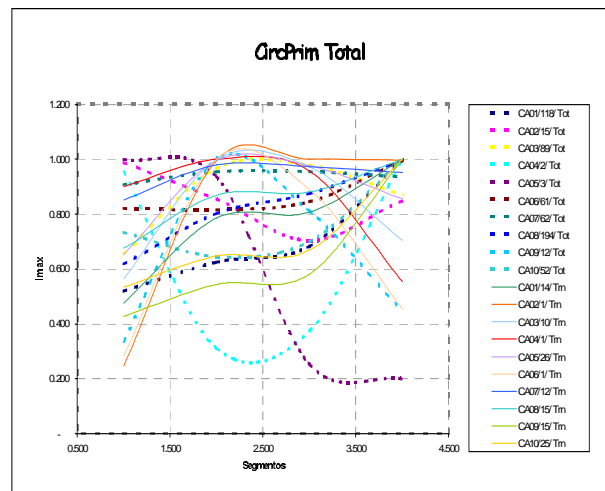


FIGURA 5

GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE AS DEMANDAS MÁXIMAS DOS ALIMENTADORES PADRÃO E OPERACIONAIS

4.4. Uso de Técnicas de Interpolação de Redes Neurais

A utilização das técnicas de redes neurais (RNA) foi uma das alternativas de solução necessária em função de quando se quer extrapolar o uso da metodologia proposta [2 e 5]. A RNA tem a propriedade de descobrir automaticamente um padrão de formação entre as entradas e a saídas da sua rede (no caso entre as correntes máximas e I_{eqp} dos segmentos), sem a necessidade de fornecer algoritmos. E a rede pode ser armanezada e utilizada em outras aplicações de estudos de perdas.

4.4.1. Preparação de Dados

Os banco de dados das 120 medições padrão foram separadas proporcionalmente ao resultado dos *clusters* em 63 alimentadores para treinamento e 57 alimentadores para teste. Cada um dos alimentadores composto de: Identificação do alimentador, 4 correntes máximas e 4 correntes I_{eqp} . Os 608 alimentadores foram preparadas com a sua identificação e 4 correntes máximas.

Pelas características das RNA, não há como prever o número de camadas ou de neurônios recomendáveis, o mais comum das práticas é por "tentativa e erro".

A RNA aceita dentro dos padrões de erro apresentada é de: Cinco camadas (uma de entrada, 3 ocultas e uma de saída), sendo que tem 4; 9; 11; 5; e 4 neurônios respectivamente figura 6.

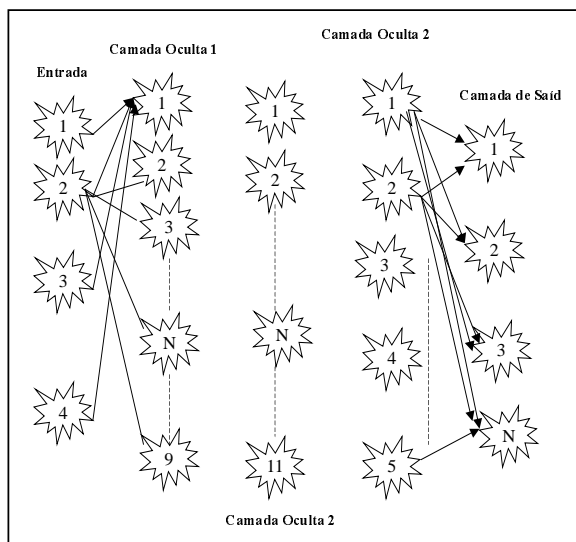


FIGURA 6

ESQUEMA DE CAMADAS E NEURÔNIOS DA RNA

O conjunto de 63 alimentadores serviu de treinamento de RNA e em seguida aplica-se a rede treinada no segundo conjunto de 57 alimentadores.

O programa de treinamento desenvolvido denominado MLP *Multi Layer Perceptron* apresenta duas características muito importantes: Terminado o treinamento da rede neural, gera um arquivo com extensão "mlp". Com este arquivo o programa faz o teste no próprio conjunto de dados de treinamento, isto é, verifica a qualidade de seu treinamento; e realiza o teste no segundo conjunto de 57 alimentadores e calcula a taxa de erro médio, além de gerar o histograma de erros em ambos casos.

Como pelas características da RNA, nem o treinamento e nem o teste pode assegurar a resposta correta e nem certificar que o treinamento realizado atingiu o seu ponto mais preciso. Portanto deve-se fazer uma análise criteriosa dos resultados de taxa de erros e decidir se pode aceitar as taxas apresentadas pela RNA.

Observa-se que a taxa de erro aceitável é diferente para cada tipo de aplicação.

Para o estudo de I_{eqp} em particular as taxas de erro médio apresentada pela RNA são: Para treinamento $\pm 3.5\%$ e para teste $\pm 7.5\%$. Portanto considerou-se que são

valores aceitáveis em função da sua aplicação (considerações no próximo item) e as taxas são da mesma ordem de grandeza.

TABELA IV

TAXA DE ERRO DE TREINAMENTO E TESTE DA RNA

	Madrug	Manhã	Tarde	Noite
Treimnto	0.03530	0.03449	0.03245	0.03956
Teste	0.06996	0.06872	0.09333	0.07448

Com a rede treinada aceita, o próximo passo é a sua aplicação nos outros alimentadores. No caso no terceiro conjunto de 608 alimentadores.

Essa metodologia apresenta várias características positivas, além da velocidade da simulação (± 0.07 segundos para 608 alimentadores).

A rede treinada pode ser guardada e acionada para quaisquer conjunto de medições de correntes máximas para estimar as I_{eqp} , sem a necessidade de repetir o processo de treinamento.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foi efetuadas os testes para 120 alimentadores com medições completas e 608 alimentadores com as medições de máximas por segmentos. Verificou-se que as perdas estimadas com I_{eqp} são até 50 a 200% menores que as estimadas com as correntes máximas.

Após determinar a I_{eqp} por um dos procedimentos anteriores, deve-se estimar as perdas técnicas dos alimentadores. Porem para a simulação assumiu-se algumas simplificações, em função da tecnologia de medição disponível no momento atual, são:

- Adota-se que a variação das demandas passantes em cada um dos trechos do alimentador é proporcional a variação da corrente máxima para I_{eqp} ;
- Como a proposta é uma mudança de metodologia de estimação das perdas técnicas, adotou-se a medição de uma semana dos alimentadores como sendo representativas para a definição de I_{eqp} ;
- Intervalo de integração adotado de 60 minutos, em função das medições ser originadas das medições dos transformadores de subestação.

A metodologia proposta foi utilizada para uma nova estimação das perdas técnicas dos 608 alimentadores operacionais e comparada com os resultados dos outras duas metodologias.

Como a perda técnica só é viável como uma estimativa, no presente estudo foi procurada uma alternativa para se verificar a eficiência da metodologia.

Como as perdas são em função da variação da energia que entra no sistema elétrico foi feito dois testes: Um mostrando o erro que pode cometer se considerarmos

apenas as demandas máximas para a simulação e outro a diferença entre o uso das correntes médias do segmento e a I_{eqp} .

- a) Comparar a energia total disponibilizada para rede primária, com a energia total considerada em cada um dos procedimentos GRADE, Demanda Máxima por Segmento e I_{eqp} ;

TABELA IV

COMPARAÇÃO ENTRE AS PERDAS TÉCNICAS ESTIMADAS POR DIFERENTES METODOLOGIAS E AS DIFERENÇAS ENTRE O TOTAL DE ENERGIA CONSIDERADAS PARA A SIMULAÇÃO.

Metodologia	Perdas Técnicas (GWh)	Energia Total SE (GWh anual)
Faturamento (fonte comer)	***	15593
GRADE	576	***
Dem Max Segm	374	19545
I_{eqp}	223	15121

Pode-se notar que a metodologia I_{eqp} apresenta uma diferença de 3% enquanto que a metodologia de Demandas Máximas apresenta uma diferença de 25%, podendo apresentar uma taxa de erro de até 57% da realidade.

- b) Foi calculada a energia total que deve ser considerada para cada uma das metodologias para o alimentador modelo. Comparando entre as simulações das correntes máximas, equivalente em perdas e médias. Apresentadas na tabela V.

TABELA V

COMPARAÇÃO ENTRE A ENERGIA TOTAL DO ALIMENTADOR CONSIDERADO.

	I_{max}	I_{eqp}	I_{media}
Madrug	159.1	127.5	126.9
Manhã	188.0	159.1	153.4
Tarde	194.7	171.1	168.0
Noite	301.2	248.3	233.7
Enrg Ent	118.1	98.6	95.1
Variac.	19.7%	0.0%	-3.6%

A diferença entre a energia total da I_{eqp} e $I_{máxima}$ é de 20%, enquanto que com a $I_{média}$ é de 3.6%. Sendo o procedimento de estimação, considera-se que é aceitável o uso de apenas a $I_{média}$ para as primeiras simulações, porém com o desenvolvimento dos trabalhos deve-se considerar

que a determinação de I_{eqp} e sua simulação completa deve ser considerada.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

A análise dos resultados observados até o presente momento, tem-se as seguintes conclusões:

- ❖ A metodologia proposta tem base técnica melhor;
- ❖ E de fácil aplicação, não necessita de inovação tecnológica;
- ❖ A perda técnica está atualmente superestimadas;
- ❖ A I_{eqp} explica melhor o balanço energético das simulações;
- ❖ Para as primeiras verificações pode usar as correntes médias.

Faz-se as seguintes recomendações:

- A implantação para uso na CPFL a fim de estimar as perdas técnicas da distribuição;
- O índice da perda comercial adotada deverá ser revista em função da I_{eqp} e adotar medidas necessárias;
- Efetuar as medições de curvas de carga dos alimentadores regularmente para verificar as relações de correntes máximas e I_{eqp} ;
- Extrapolar a metodologia para os demais sistemas elétricos da CPFL;
- Registrar o movimento das energia comprada, em transito e faturada para cada sistema de tensão a fim de apurar a metodologia.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CAEEL, Consultas e Aplicações de Energia Elétricas Ltda "Elaboração da Função KVAS", São Paulo 1983.
- [2] AHN, S.U. "Metodologia para Seleção e Gerenciamento de Transformadores de Distribuição, Aplicando Técnicas de Redes Neurais Artificiais. Tese para Obtenção de Título de Doutorado em Engenharia Elétrica - EPUSP 1993.
- [3] ELETROPAULO "Memorial de Cálculo do Sistema GRADE", São Paulo, 1988;
- [4] SAS INSTITUTE Inc. SAS/STAT Guide for Personal Computers Version 6 Edition. 1987.
- [5] JARDINI, J. A.; TAHAN C.M.V.; SCHMIDT, H. P. ; OLIVEIRA, C. C. B. ; AHN, S.U. "Distribution Transformer Loss of Life Evaluation: A Novel Approach Based on Daily Load Profiles" – IEEE - Transaction on Power Delivery PE-302PRD(06-99) Vol. 15 N.º 1, January 2000.

Anexo I

TABELA A

EXEMPLO DE MEDIÇÃO DE ALIMENTADOR EM CORRENTE E SEGMENTADOS POR MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE.

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sabado	Domingo
1:00	137.5	147.6	145.3	145.2	147.5	152.8	159.1
2:00	122.2	130.8	127.6	127.9	130.1	134.2	135.8
3:00	115.3	124.5	120.2	122.1	124.8	122.9	122.9
4:00	112.1	120.2	116.5	119.1	122.4	116.8	116.4
5:00	113.7	122.1	116.9	120.9	124.5	107.7	115.7
6:00	126.4	134.1	127.7	133.4	134.1	114.2	116.0
7:00	152.7	163.5	158.1	160.8	162.5	110.4	105.5
8:00	168.9	178.6	178.0	181.1	182.4	118.8	102.4
9:00	175.8	176.3	170.6	173.2	179.1	127.4	118.2
10:00	182.6	178.8	171.5	174.4	178.6	132.0	122.5
11:00	188.0	186.3	177.0	176.3	178.8	133.0	131.9
12:00	192.8	194.7	189.1	188.7	187.0	131.7	135.8
13:00	182.3	187.2	184.3	179.8	183.1	132.0	135.6
14:00	175.0	180.7	177.7	177.5	182.4	131.5	126.2
15:00	176.0	183.1	175.8	178.3	188.8	136.3	120.9
16:00	179.1	186.6	178.5	182.0	178.3	141.3	121.3
17:00	187.9	185.5	186.7	191.6	168.0	154.1	135.8
18:00	200.7	207.4	222.0	219.5	213.8	213.1	192.3
19:00	294.3	301.2	299.5	293.5	293.7	290.1	270.0
20:00	285.6	286.8	286.8	287.3	286.0	280.4	251.0
21:00	275.7	275.1	265.3	269.6	264.0	247.6	239.7
22:00	249.3	250.3	252.1	256.1	247.0	229.1	226.4
23:00	230.9	227.1	231.6	232.8	219.9	207.2	204.4
0:00	188.1	185.8	191.9	192.0	187.7	185.4	169.4

TABELAS B E C

AS SENMETES CALCULADAS PARA CADA CLUSTERS

TABELA B

AS SEMENTES DOS CLUSTERS DOS ALIMENTADORES PADRÃO

Sementes dos Clusters de Alimentadores Padrão					
	Madrug	Manhã	Tarde	Noite	Freq
Cluster 01	0.477	0.786	0.807	1.000	14
Cluster 02	0.248	0.996	1.000	0.996	1
Cluster 03	0.565	0.999	0.972	0.704	10
Cluster 04	0.901	1.000	0.958	0.555	1
Cluster 05	0.654	0.996	0.976	0.855	26
Cluster 06	0.284	1.000	0.890	0.454	1
Cluster 07	0.852	0.979	0.973	0.952	12
Cluster 08	0.676	0.869	0.881	1.000	15
Cluster 09	0.428	0.544	0.582	1.000	15
Cluster 10	0.534	0.648	0.669	1.000	25

TABELA C

AS SEMENTES DOS CLUSTERS DOS ALIMENTADORES OPERACIONAIS

Sementes dos Clusters de Alimentadores Operacional					
	Madrug	Manhã	Tarde	Noite	Freq
Cluster 01	0.520	0.625	0.683	1.000	118
Cluster 02	0.988	0.855	0.703	0.849	15
Cluster 03	0.654	0.967	0.979	0.870	89
Cluster 04	0.954	0.311	0.375	1.000	2
Cluster 05	1.000	0.936	0.253	0.200	3
Cluster 06	0.821	0.816	0.845	0.996	61
Cluster 07	0.907	0.954	0.955	0.936	62
Cluster 08	0.618	0.803	0.875	0.997	194
Cluster 09	0.338	1.000	0.812	0.446	12
Cluster 10	0.734	0.646	0.700	1.000	52

TABELA D

MATRIZ CALCULADA DAS DISTÂNCIAS EUCLIDIANAS ENTRE AS SEMENTES DAS DUAS CLUSTERS

Alim Padrão	Alimentadores Operacionais - Testes									
	Cust 01	Cust 02	Cust 03	Cust 04	Cust 05	Cust 06	Cust 07	Cust 08	Cust 09	Cust 10
	118 Alim	15 Alim	89 Alim	2 Alim	3 Alim	61 Alim	62 Alim	194 Alim	12 Alim	52 Alim
CA01/14/ Tm	0.043	0.300	0.111	0.640	1.244	0.121	0.240	0.025	0.372	0.097
CA02/1/ Tm	0.312	0.677	0.182	1.358	1.761	0.385	0.442	0.190	0.347	0.449
CA03/10/ Tm	0.313	0.294	0.037	1.069	0.965	0.200	0.173	0.137	0.144	0.315
CA04/1/ Tm	0.560	0.180	0.162	1.016	0.636	0.247	0.147	0.322	0.350	0.418
CA05/26/ Tm	0.262	0.206	0.001	0.941	1.076	0.097	0.073	0.069	0.295	0.226
CA06/1/ Tm	0.537	0.708	0.319	1.487	0.987	0.618	0.627	0.446	0.009	0.662
CA07/12/ Tm	0.322	0.118	0.046	0.818	1.108	0.046	0.004	0.097	0.547	0.202
CA08/15/ Tm	0.123	0.152	0.037	0.644	1.143	0.025	0.070	0.008	0.444	0.086
CA09/15/ Tm	0.025	0.448	0.405	0.374	1.229	0.298	0.542	0.189	0.576	0.118
CA10/25/ Tm	0.001	0.273	0.229	0.376	1.113	0.142	0.319	0.074	0.490	0.041