

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

FLUXO DE POTÊNCIA TRIFÁSICO RADIAL
PARA SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

WALMERAN JOSÉ TRINDADE JÚNIOR

CAMPINA GRANDE
DEZEMBRO - 1994

WALMERAN JOSÉ TRINDADE JÚNIOR

FLUXO DE POTÊNCIA TRIFÁSICO RADIAL
PARA SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

*Dissertação apresentada ao Curso de MESTRADO
EM ENGENHARIA ELÉTRICA da Universidade
Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências
para obtenção do Grau de Mestre.*

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO DE ENERGIA

WELLINGTON SANTOS MOTA
WASHINGTON EVANGELISTA MACEDO
Orientadores

CAMPINA GRANDE
DEZEMBRO - 1994



T832f Trindade Júnior, Walmeran José.
Fluxo de potência trifásico radial para sistemas de distribuição de energia elétrica / Walmeran José Trindade Júnior. - Campina Grande, 1994.
95 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1994.

"Orientação : Prof. Wellington Santos Mota, Prof. Washington Evangelista Macedo".

Referências.

1. Sistema de Distribuição - Energia Elétrica. 2. Reguladores de Tensão. 3. Método Soma de Potências. 4. Dissertação - Engenharia Elétrica. I. Mota, Wellington Santos. II. Macedo, Washington Evangelista. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título

CDU 621.317.7(043)

FLUXO DE POTÊNCIA TRIFÁSICO RADIAL
PARA SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

WALMERAN JOSÉ TRINDADE JÚNIOR

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21 / 12 / 94

WELLINGTON SANTOS MOTA
(Orientador, DEE/UFPB)

WASHINGTON EVANGELISTA MACEDO
(Orientador, DEE/UFPB)

MISAEL DE MORAIS
(Componente da Banca, DEE/UFPB)

MANOEL FIRMINO
(Componente da Banca, DEE/UFRN)

CAMPINA GRANDE
DEZEMBRO - 1994

AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais que sempre me apoiaram durante toda a trajetória da minha vida.
- Ao Professores Washington Macedo e Wellington Mota pela orientação desenvolvida neste trabalho
- Ao Professor Roberto da Silva, da Escola Técnica Federal da Paraíba, pela revisão do texto.
- Ao Professor Antônio Epaminondas e a Alessandro pela colaboração nos trabalhos de editoração.
- Aos Colegas-amigos pelo companherismo irrestrito.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um programa computacional de Fluxo de Potência Trifásico para Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Radiais, e tem a finalidade de investigar os efeitos do desequilíbrio do sistema, da queda de tensão e da modelagem das cargas nas perdas elétricas. O processo de solução do Fluxo de Potência Trifásico Radial baseia-se no Método Soma de Potências adotado por sua rigorosa representação matemática dos componentes do sistema, por sua simplicidade de implementação e ainda por sua rápida convergência, refletindo em reduzido esforço computacional. Foram utilizados sistemas reais de alta e baixa tensão, como aplicações do programa desenvolvido.

ABSTRACT

This work presents the development of a computational program of a Three Phase Power Flow to Radial Distribution Systems and its purpose is to investigate the effects of Systems unbalance, voltage drop and load modeling in the power losses. The process of Three Phase Radial Power Flow solution is based on the Power Summation Method, adopted by its rigorous mathematic representation of the systems Components by its easy implementation, as well by its fast convergency, reflecting in a short Computacional effort. It was used high and low voltage real systems as aplications of the developed program.

SUMÁRIO

CAPÍTULO	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Características dos SDEE'S.....	2
1.2.1 Conceitos básicos.....	2
1.2.2 Tipos de SDEE'S.....	3
1.2.3 Tipos de cargas.....	5
1.2.4 Comparação entre SDEE'S e Sistemas de Transmissão.....	6
1.3 Fluxo de Potência para SDEE.....	6
1.4 Objetivo do trabalho.....	7
1.5 Revisão bibliográfica.....	8
2. O MÉTODO SOMA DE POTÊNCIAS	
2.1 Modelo do SDEE.....	10
2.2 Fluxo de Potência radial.....	11
2.3 Sistema de numeração para nós e ramos.....	18

3. APLICAÇÃO DO MÉTODO SOMA DE POTÊNCIAS PARA O FLUXO DE POTÊNCIA TRIFÁSICO

3.1 Modelagem trifásica do SDEE.....	21
3.1.1 Modelo para linha de distribuição	21
3.1.2 Modelo para carga e capacitores Shunt.....	24
3.1.3 Modelo para reguladores de tensão	25
3.2 Fluxo de Potência Radial Trifásico	25

4. PROGRAMA COMPUTACIONAL: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

4.1 O Programa Computacional.....	29
4.1.1 Modelos implementados.....	29
4.1.2 Dados do Sistema.....	30
4.1.3 Funcionamento do Programa.....	31
4.2 Aplicações.....	32
4.2.1 Utilização do Programa.....	32
4.2.1.1 Caso 1: Efeito do desequilíbrio das cargas	33
4.2.1.2 Caso 2: Efeito da variação da tensão e da modelagem das cargas	37

CAPÍTULO	PÁGINA
4.2.2 Aplicações práticas	42
4.2.2.1 Sistema teste Kersting.....	42
4.2.2.2 Alimentador primário (SAELPA).....	44
4.2.2.3 Circuito secundário (SAELPA).....	44
5. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	50
ANEXO I.....	53
ANEXO II.....	63
ANEXO III.....	71
ANEXO IV.....	80

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1: Componentes funcionais de um SDEE	2
Figura 2: (a) Sistema radial. (b) Sistema malhado.....	4
Figura 3: Trecho de um SDEE.....	11
Figura 4: Fluxograma do Método Soma de Potências	17
Figura 5: SDEE Radial.....	19
Figura 6: Sistema da Figura 5 renumerado.....	19
Figura 7: Modelo para uma linha trifásica	22
Figura 8: Modelo para uma linha bifásica.....	23
Figura 9: Modelo para uma linha monofásica	23
Figura 10: Modelo para carga trifásica	24
Figura 11: Modelo para regulador de Tensão	25
Figura 12: Esquema de um nó típico	26
Figura 13: Sistema Primário	33
Figura 14: Sistema Primário (Carga equilibrada).....	34
Figura 15: Efeito do desequilíbrio nas perdas de potência ativa.....	35

FIGURA	PÁGINA
Figura 16: Sistema Secundário	35
Figura 17: Sistema secundário (carga equilibrada).....	36
Figura 18: Efeito do desequilíbrio nas perdas de potência ativa.....	37
Figura 19: Sistema primário ($V_{se}=1.0$ pu e carga tipo 1).....	39
Figura 20: Perdas de potência ativa vs. tensão da subestação.....	39
Figura 21: Sistema secundário ($V_{se}=1.0$ pu e carga tipo 4)	40
Figura 22: Perdas de potência ativa vs. tensão da subestação.....	41
Figura 23: Sistema teste Kersting modificado.....	43
Figura 24: Sistema SAELPA STR 01L1	45
Figura 25: Sistema SAELPA de baixa tensão (380V)	46
Figura 26: Arquivo de dados modelo.....	54

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
Tabela 1: Classificação funcional do SDEE	3
Tabela 2: Relação R/X de alimentadores típicos.....	6
Tabela 3: Conectividade do sistema da figura 6.....	20
Tabelas 4: Tipos de cargas utilizados na simulação	38
Tabela 5: Codificação das configurações de linha	56
Tabela 6: Codificação para tipos de cargas.....	60

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 GENERALIDADES :

A energia elétrica é hoje o insumo básico para toda e qualquer atividade industrial ou comercial. O seu nível de consumo por determinada região indica o estado de desenvolvimento desse local.

As atividades de produção, transmissão e distribuição da energia elétrica, que compõem um sistema elétrico de potência, tornaram-se estratégicas para todos os países que almejam aumentar o seu ritmo de desenvolvimento.

Apesar dessas três etapas pelas quais a energia elétrica passa, até chegar ao seu ponto de consumo, terem o mesmo nível de importância para sua boa utilização, apenas as duas primeiras etapas do processo (produção e transmissão) sempre tiveram a prioridade de investimentos e a preferência para os estudos acadêmicos na área da Engenharia de Sistemas de Potência em nosso país.

A etapa da distribuição da energia elétrica, na maioria das vezes, foi relegada ao segundo plano, quase não existindo estudos técnicos de planejamento, operação ou manutenção.

Por causa da preocupação pela qualidade de fornecimento da energia, por parte das concessionárias, e em razão do crescente interesse pela conservação da energia elétrica, aumentou a motivação para a realização de estudos dos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica (SDEE), levando a

distribuição ao seu verdadeiro nível de igualdade no processo de produção, transmissão e distribuição.

1.2 CARACTERÍSTICAS DOS SDEE'S :

1.2.1 CONCEITOS BÁSICOS :

Um SDEE inclui uma subestação de distribuição, alimentadores primários (alta tensão), transformadores de distribuição e circuitos secundários (baixa tensão), (Westinghouse,1959). Ver figura 1.

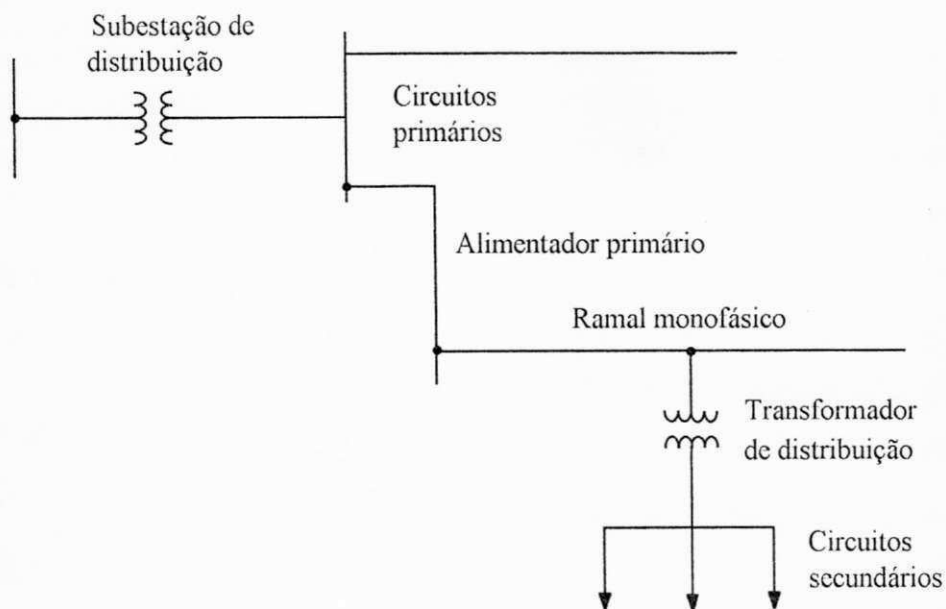


Figura 1 : Componentes funcionais de um SDEE

A tabela abaixo descreve os elementos e componentes de um SDEE típico.

Tabela 1 : Classificação funcional do SDEE

COMPONENTE	FUNÇÃO
Subestação (SE) de Distribuição	Recebe potência dos circuitos de subtransmissão e a transforma para o nível de tensão dos alimentadores primários (4 a 15kV).
Alimentadores Primários	Circuitos que emanam da SE de distribuição e proporcionam caminhos para o fluxo de potência até os transformadores de distribuição.
Transformador de distribuição	Reduz a tensão para o nível dos circuitos secundários (440V, 380V, 220V)
Circuitos Secundários	Distribuem a potência a partir do transformador de distribuição para os consumidores propriamente ditos.

1.2.2 TIPOS DE SDEE :

Com relação à topologia de rede, existem dois tipos fundamentais: radial e malhado. Um sistema radial tem um único caminho para o fluxo de potência até a carga; um sistema malhado apresenta mais de um caminho simultâneo para o fluxo de potência chegar até a carga.

A figura 2 ilustra de forma simples os sistemas radial e malhado emergindo de uma fonte de potência, com um circuito alimentador primário suprindo transformador(es) de distribuição.

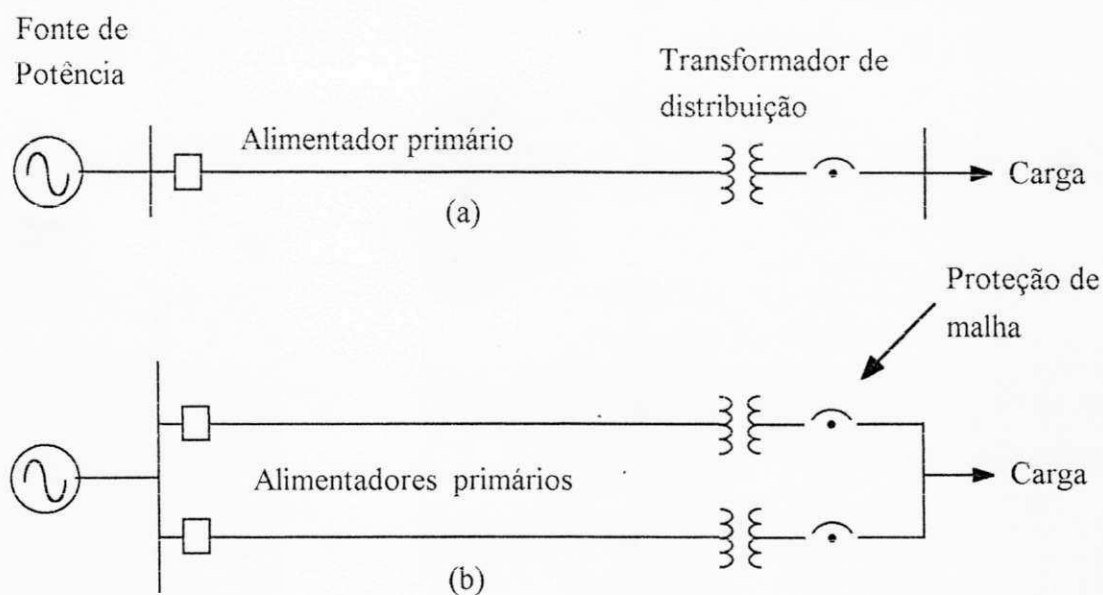


Figura 2 : (a) Sistema radial. (b) Sistema malhado

Os sistemas radiais são mais utilizados nos circuitos alimentadores primários, enquanto os sistemas malhados compõem os circuitos secundários, na sua grande maioria.

Cada um dos dois tipos de sistemas apresentam variações e modificações, cujas utilizações dependem dos custos de instalação e manutenção e índices de continuidade de serviço. Essas variações são :

- a) Radial com interligação de emergência.
- b) Radial seletivo.
- c) Sistema secundário interligado.
- d) Sistema secundário reticulado.
- e) Sistema secundário reticulado exclusivo.

1.2.3 TIPOS DE CARGAS :

De forma simplificada, pode-se relacionar os tipos de cargas em SDEE como sendo:

- a) Residencial
 - a.1) Urbano
 - a.2) Suburbano
 - a.3) Rural
- b) Comercial
 - b.1) Áreas Centrais das cidades
 - b.2) Shopping Centers
 - b.3) Prédios comerciais
- c) Industrial
 - c.1) Grandes plantas
 - c.2) Pequenas plantas

Todos esses tipos de cargas podem ter, em princípio, configurações trifásicas (em Δ ou em Y), bifásicas ou monofásicas.

As cargas ainda podem ter comportamento variável, ou seja, a potência consumida por elas depende do nível de tensão a que estão submetidas. (Cargas variando com a tensão). Assim, têm-se cargas com potência constante, corrente constante ou com impedância constante.

1.2.4 COMPARAÇÃO ENTRE SDEE'S E SISTEMAS DE TRANSMISSÃO:

Devido aos tipos de sistemas e aos tipos de cargas, os SDEE'S apresentam características singulares que os diferenciam por completo dos sistemas de transmissão, a saber : Configuração predominantemente radial, múltiplas conexões (monofásicas, bifásicas e trifásicas), cargas de natureza distinta, linhas não-transpostas e com resistências comparáveis às reatâncias (ver tabela 2).

Essas características inviabilizam o aproveitamento de ferramentas de análise para Sistemas de Transmissão e Sistemas de Distribuição, principalmente o estudo de fluxo de potência.

Tabela 2 : Relação R / X de alimentadores típicos

TIPO	BITOLA	R / X
A	4 AWG	3.20
C	a	a
S		
R	336.6 MCM	0.50
C	6 AWG	3.12
O		
B	a	a
R		
E	300.0 MCM	0.33

1.3 FLUXO DE POTÊNCIA PARA SDEE :

O estudo de fluxo de potência é um dos mais freqüentes em sistemas elétricos, sejam estes de transmissão sejam de distribuição.

Para esse tipo de estudo foram desenvolvidos algoritmos computacionais eficientes baseados nos Métodos Gauss-Seidel e Newton-Raphson. Todavia, esses métodos foram concebidos pensando-se exclusivamente em Sistemas de

Transmissão e uma vez aplicados em SDEE, não trazem bons resultados e, muitas vezes, a convergência não é obtida.

As características que distinguem os SDEE'S dos Sistemas de Transmissão produzem neles, isto é, nos primeiros, efeitos de desbalanceamento, impossibilitando a aplicação de métodos de fluxo de potência próprios para transmissão. Esses métodos se baseiam no balanceamento do sistema elétrico trifásico que é representado pelo seu equivalente monofásico.

Assim, faz-se necessária a utilização de métodos de fluxo de potência específicos para distribuição que contemplem todas as características que os diferenciam dos outros sistemas.

Métodos de fluxo de potência próprios para SDEE foram desenvolvidos, sendo os mais usados o Método Escalonado (Kersting, 1984), o Método Soma de Correntes e o Método Soma de Potências (Rudnick, 1990).

Estudos especializados concluíram que com o Método Soma de Potências consegue-se melhor convergência, mesmo em caso de sobrecarga dos SDEE's (Rudnick, 1990).

1.4 OBJETIVO DO TRABALHO :

O propósito deste trabalho é verificar os efeitos do desequilíbrio, da variação da tensão e da modelagem das cargas sobre as perdas elétricas de SDEE's. Com essa finalidade, um programa computacional implementando um método de fluxo de potência foi elaborado.

Esse método de fluxo de potência, além de ser próprio para SDEE, tem que modelar o sistema trifásico para levar em consideração os seus desequilíbrios

inerentes. Assim, foi desenvolvido um programa computacional de fluxo de potência radial trifásico utilizando o Método Soma de Potências (Rudnick, 1990).

1.5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA :

Um estudo rigoroso de perdas elétricas em SDEE impulsionou o desenvolvimento e o uso de métodos de fluxo de potência para esses sistemas, pelo fato de que a solução do problema de fluxo de potência fornece o montante das perdas elétricas de forma detalhada em todo o sistema e, além disso, fornece o perfil de tensão e os fluxos de potência nesse sistema.

Em (Sun, 1980) foi apresentado um método para calcular perdas em SDEE de uma maneira rigorosa. Esse método é baseado no fluxo de potência trifásico Gaus-Seidel com Y-bus. A utilização de métodos de fluxo de potência mais simples e específicos para SDEE veio em seguida.

Uma solução de fluxo de potência radial monofásico e trifásico usando o Método Escalonado foi apresentado por Kesrting em 1984. Esse método, apesar de simples, não é muito eficiente, principalmente quando o número de sub-ramais do SDEE é muito grande (Rudnick, 1990).

O Método Soma de Potências para solução de fluxo de potência radial trifásico foi apresentado por Rudnick, em 1990. Esse método inclui o efeito do acoplamento magnético entre as fases, tornando-se uma das principais ferramentas para a análise do desbalanceamento nos SDEE's.

Uma apresentação bastante simples do Método Soma de Potências, com base no artigo (Rajagopalan, 1978) foi feita em (Cespedes, 1990). Ele utilizou o Método Soma de Potências para determinar o perfil de tensão de uma rede de distribuição, levando em consideração apenas o módulo da tensão.

No seu artigo, Rajagopalan mostrou uma técnica de numeração dos nós do sistema, tornando o Método Soma de Potências simples e eficiente. Nessa numeração os nós e os ramos são numerados em conjunto, permitindo a elaboração de uma tabela de conectividade, cuja linha ou coluna referente aos nós é suficiente para descrever a topologia do sistema.

CAPÍTULO 2

O MÉTODO SOMA DE POTÊNCIAS

2.1 MODELO DO SDEE :

Seja um SDEE trifásico, podendo ser representado através do seu equivalente monofásico. Assim, as linhas de distribuição são representadas pela impedância série (resistência e reatância indutiva), sendo desprezada a capacitância shunt. Caso seja necessária a consideração dessa capacitância, ela pode ser modelada como carga reativa.

As cargas, incluindo os capacitores shunt para compensação de reativos, são representados através das potências ativa e reativa. O efeito da variação da tensão pode ser incluído nessa modelagem como sendo (Cespedes, 1990) :

$$P = P_0 * V^k \quad (2.1)$$

$$Q = Q_0 * V^k \quad (2.2)$$

Onde :

P_0 e Q_0 : Potências ativa e reativa para a tensão nominal.

V : Módulo da tensão, em pu.

$K = 0$: Para cargas cujos modelos são o de potência constante.

$K = 1$: Para cargas cujos modelos são o de corrente constante.

$K = 2$: Para cargas cujos modelos são o de impedância constante.

2.2 FLUXO DE POTÊNCIA RADIAL :

A solução do problema de fluxo de potência em um sistema radial, usando o Método Soma de Potências, consiste em resolver, para cada trecho da rede, uma equação do quarto grau em termos de tensão nodal.

A figura 3 mostra o esquema de um trecho contendo um nó fonte, uma linha de distribuição e uma barra de carga.

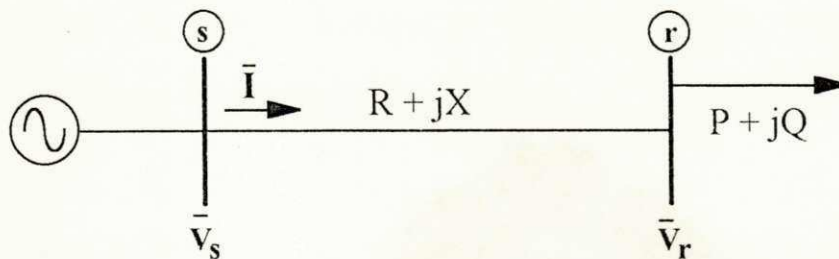


Figura 3 : Trecho de um SDEE

Onde :

s : Nó do lado da fonte.

r : Nó do lado da carga.

\bar{V}_s : Tensão do nó da fonte $(\bar{V}_s = V_s \angle \rho_s)$

\bar{V}_r : Tensão do nó da carga $(\bar{V}_r = V_r \angle \rho_r)$

R, X : Resistência e reatância da linha.

P, Q : Carga ativa e reativa, calculada conforme as eqs. 2.1 e 2.2.

Desse modo,

$$\bar{V}_s - \bar{V}_r = \bar{I}(R + jX) \quad (2.3)$$

Mas,

$$\bar{I} = \frac{P - jQ}{\bar{V}_r^*} \quad (2.4)$$

Logo,

$$\bar{V}_s - \bar{V}_r = (P - jQ)(R + jX) \frac{1}{\bar{V}_r^*} \quad (2.5)$$

$$V_s \angle \rho_s - V_r \angle \rho_r = (P - jQ)(R + jX) \frac{1}{V_r \angle -\rho_r} \quad (2.6)$$

Multiplicando por $V_r \angle -\rho_r$:

$$V_s V_r \angle (\rho_s - \rho_r) - V_r^2 = (P - jQ)(R + jX) \quad (2.7)$$

Transformando para a forma retangular :

$$V_s V_r [\cos(\rho_s - \rho_r) + j \text{Sen}(\rho_s - \rho_r)] - V_r^2 = (P - jQ)(R + jX) \quad (2.8)$$

Separando parte real e parte imaginária e fazendo $\rho_s - \rho_r = \theta$ fica :

$$V_s V_r \cos \theta - V_r^2 = PR + QX \quad (2.9)$$

$$V_s V_r \sin \theta = PX - QR \quad (2.10)$$

Evidenciando $\cos \theta$ e $\sin \theta$ nas eqs. 2.9 e 2.10, respectivamente, e elevando-os ao quadrado, temos :

$$\cos^2 \theta = \frac{V_r^4 + 2(PR + QX)V_r^2 + (PR + QX)^2}{(V_s V_r)^2} \quad (2.11)$$

$$\sin^2 \theta = \frac{(PX - QR)^2}{(V_s V_r)^2} \quad (2.12)$$

Somando as equações 2.11 e 2.12, multiplicando por $(V_s V_r)$ e simplificando:

$$V_r^4 + [2(PR + QX) - V_s^2]V_r^2 + (P^2 + Q^2)(R^2 + X^2) = 0 \quad (2.13)$$

A equação 2.13 fornece o módulo da tensão no nó da carga conhecendo-se a tensão no nó fonte, a impedância da linha e a potência da carga. Essa equação é a parte fundamental no processo do cálculo do fluxo de potência para sistemas radiais.

A fase da tensão no nó da carga pode ser calculada pela expressão :

$$\rho_r = \rho_s - \text{Sen}^{-1} \left(\frac{PX - QR}{V_s V_r} \right) \quad (2.14)$$

As equações 2.13 e 2.14 dão a solução direta para o módulo e a fase da tensão para um SDEE radial que contém apenas duas barras, sendo uma fonte e outra de carga.

Para um sistema que contém várias barras, a potência equivalente de cada barra de carga deve ser calculada de modo a permitir o uso das equações 2.13 e 2.14, tomando-se as barras duas a duas.

O processo do cálculo da potência equivalente para uma determinada barra consiste em somar as potências (daí o nome do método) referentes às cargas e às perdas de potência dos ramos (trechos) que estão depois da barra de interesse. Na soma das cargas é incluída a carga própria. Esse processo é realizado do nó terminal ao nó fonte, ou seja, é um processo " de baixo para cima " .

Uma vez calculada a potência equivalente para cada barra do sistema, inicia-se o cálculo das tensões através das equações 2.13 e 2.14. Esse processo começa no nó fonte e vai em direção ao nó terminal, tomando-se as barras duas a duas. Uma barra que se comporta como sendo de carga numa primeira fase do

processo vem a ser o nó fonte na fase seguinte, após o cálculo da tensão nodal. Repete-se essa sistemática até o nó terminal. Nesse processo, a rede de distribuição é percorrida " de cima para baixo ".

Dessa forma, o algoritmo do Método Soma de Potências para a solução do fluxo de potência radial consiste em :

1. Ler os dados da rede, incluindo parâmetros de linha, topologia, tensão do nó fonte (módulo e fase) e cargas para a tensão nominal.
2. Renumerar os nós segundo Rajagopalan (ver seção 2.3).
3. Assumir um perfil de tensão inicial para cada nó e calcular as cargas que dependem da tensão.
4. Calcular a potência equivalente de cada barra (processo " de baixo para cima ").
5. Calcular o novo perfil de tensão para cada nó usando as eqs. 2.13 e 2.14 (processo " de cima para baixo ").
6. Com o novo perfil de tensão calcular as perdas e as cargas que variam com a tensão.
7. Controlar a convergência pela tensão (módulo e fase). Não convergindo, voltar para o passo 4.
8. Calcular os fluxos de potência.

As perdas ativa e reativa do trecho podem ser calculadas pela equações :

$$P_p = R \left(P^2 + Q^2 \right) / V_r^2 \quad (2.15)$$

$$P_q = X (P^2 + Q^2) / V_r^2 \quad (2.16)$$

Onde :

P_p e P_q : Perdas ativa e reativa do trecho.

R e X : Resistência e reatância do trecho.

P e Q : Cargas ativa e reativa.

V_r : Módulo da tensão no nó da carga.

A figura 4 mostra o fluxograma do Método Soma de Potências.

Para a realização dos processos de cálculo das potências equivalentes e do cálculo das tensões nodais é necessária uma maneira sistemática para percorrer as barras a rede.

Um sistema de numeração especial apresentado por (Rajagopalan, 1978) simplifica e dá eficiência a tais processos.

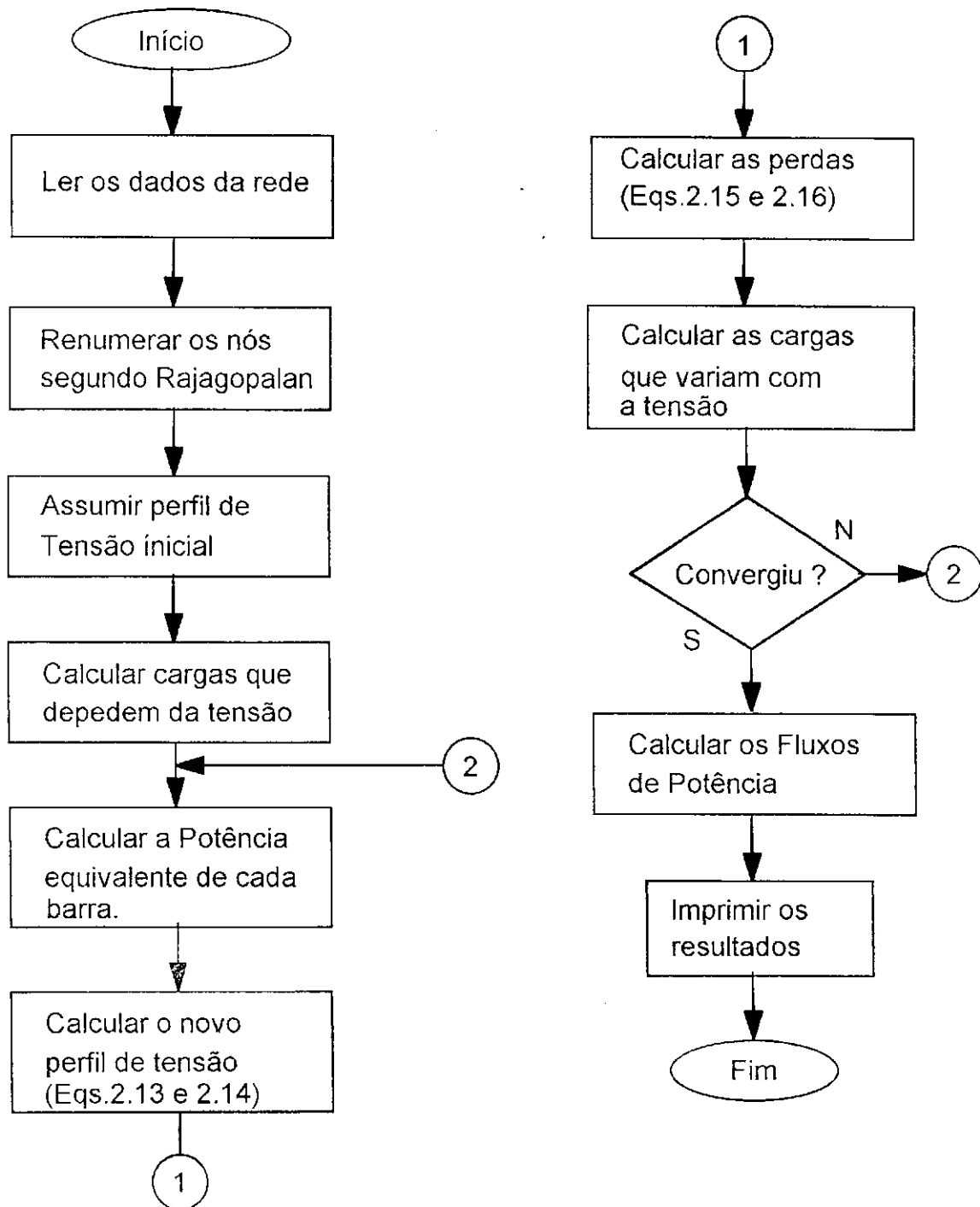


Figura 4 : Fluxograma do Método Soma de Potências

2.3 SISTEMA DE NUMERAÇÃO PARA NÓS E RAMOS :

Os processos de cálculo das potências equivalentes e das tensões nodais, no Método Soma de Potências, exigem que a rede de distribuição seja percorrida nos sentidos ascendente e descendente, respectivamente.

Fazendo-se uma numeração criteriosa para nós e ramos esses dois processos tornam-se simples e rápidos, refletindo em eficiência para o método de fluxo de potência.

Nesse sistema de numeração os nós e os ramos da rede são numerados conjuntamente, ou seja, cada ramo recebe um número que coincide com um dos seus dois nós terminais.

Os artigos de (Rajagopalan, 1978) e (Cespedes, 1990) não trazem maiores detalhes sobre esse sistema de numeração. Mas, a partir de uma investigação cuidadosa chega-se as seguintes características :

- i. A numeração deve seguir a sequência 0,1,2,3,...
- ii. O nó fonte recebe o número 0 (zero).
- iii. A barra que tem origem na linha do nó fonte deve ser numerada com 1 (um).
- iv. Os ramos devem estar organizados (numerados) em ordem crescente.
- v. O último ramo deve ser associado, obrigatoriamente, a um nó terminal.

Como um exemplo, seja o SDEE radial mostrado na figura 5 :

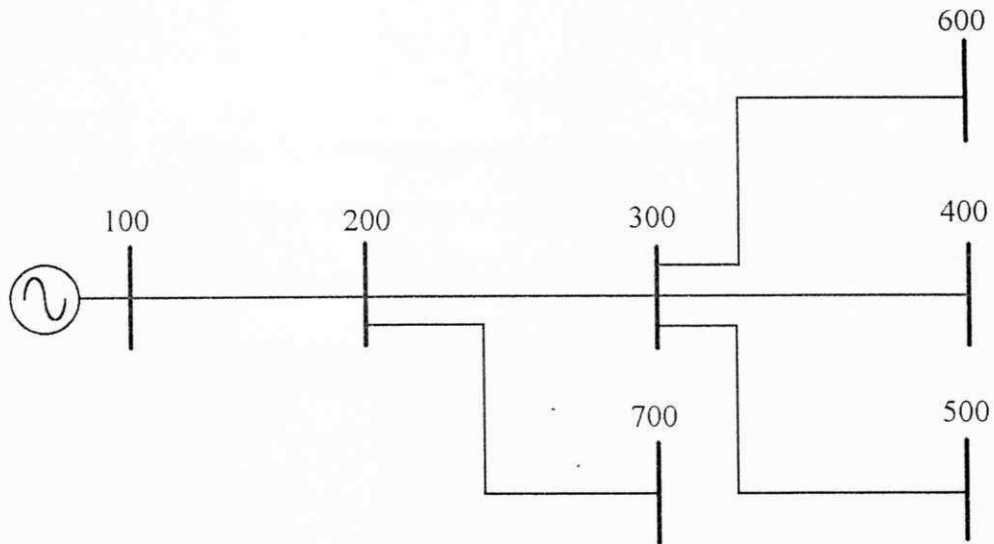


Figura 5 : SDEE radial

Renumerando esse sistema, teremos :

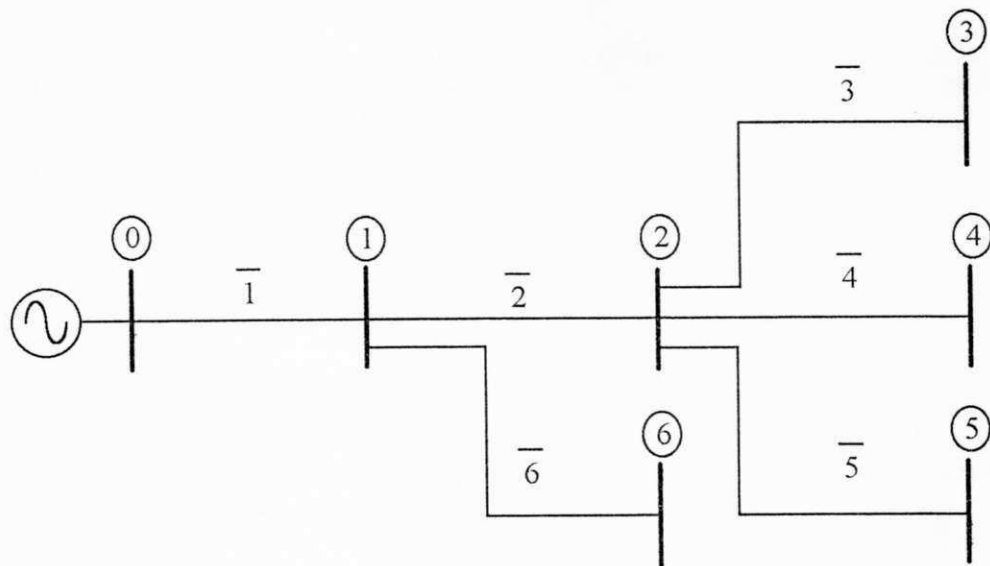


Figura 6 : Sistema da figura 5 renumerado

Uma tabela de conectividade de ramo e nó pode ser montada na forma :

Tabela 3 : Conectividade do sistema da figura 6

RAMO	1	2	3	4	5	6
NÓ	0	1	2	2	2	1

Através dessa tabela, o diagrama unifilar do sistema pode ser desenhado. Outra vantagem desse sistema de numeração é que a rede pode ser representada através de um único vetor, quando da implementação computacional, armazenando somente as informações referentes à linha " nó " da tabela de conectividade. A numeração dos ramos é uma informação implícita, não necessitando armazená-la.

CAPÍTULO 3

APLICAÇÃO DO MÉTODO SOMA DE POTÊNCIAS PARA O FLUXO DE POTÊNCIA TRIFÁSICO

3.1 MODELAGEM TRIFÁSICA DO SDEE:

As características especiais que diferenciam os SDEE's dos Sistemas de Transmissão exigem modelos específicos para representar seus componentes em estudos de fluxo de potência.

O desequilíbrio natural do SDEE deve ser considerado, principalmente na modelagem das linhas de distribuição e das cargas.

3.1.1 MODELO PARA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO:

Em SDEE as correntes trifásicas não são balanceadas, devido ao desequilíbrio das cargas. As linhas não são transpostas, impossibilitando a consideração de sua configuração como sendo equilátera simétrica.

Conseqüentemente, não se pode utilizar as equações simples para o cálculo de parâmetros de linhas apresentado em (Stevenson, 1982). Assim, é necessário um método mais sofisticado e preciso para calcular impedâncias de linhas e que leve em consideração o acoplamento magnético mútuo entre as fases, como também o efeito da terra.

Esse problema é resolvido usando-se as equações de Carson (Anderson, 1973) para o cálculo de parâmetros de linha. Tais equações levam em consideração o tipo do cabo do qual é feita a linha, as distâncias entre eles e a resistividade do solo.

Para uma linha trifásica, com neutro ou não, o modelo fica resumido em uma matriz quadrada de ordem 3, de modo, que na diagonal principal ficam representadas as impedâncias próprias das três fases (a, b, c). Nas demais posições ficam representadas as impedâncias mútuas entre fases.

Assim, a equação matricial para as tensões torna-se:

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_a & Z_{ab} & Z_{ac} \\ Z_{ab} & Z_b & Z_{bc} \\ Z_{ac} & Z_{bc} & Z_c \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

A figura 7 mostra o modelo para uma linha trifásica.

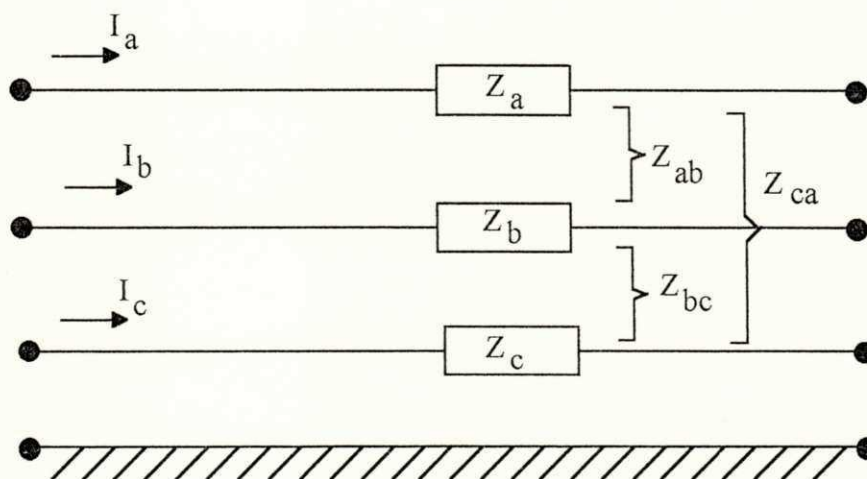


Figura 7 : Modelo para uma linha trifásica

Para linhas bifásicas ou monofásicas, o mesmo modelo pode ser utilizado. A representação matricial ainda é válida, bastando preencher com zeros as posições referentes à(s) fase(s) ausente(s).

No caso de uma linha bifásica que envolve as fases a e c por exemplo, a representação matricial fica:

$$\begin{bmatrix} V_a \\ 0 \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_a & 0 & Z_{ac} \\ 0 & 0 & 0 \\ Z_{ac} & 0 & Z_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ 0 \\ I_c \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

A figura 8 mostra o diagrama desse modelo.

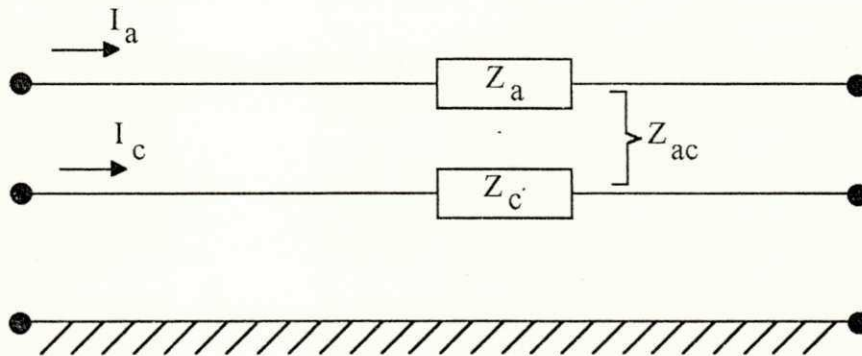


Figura 8 : Modelo para uma linha bifásica

As linhas monofásicas só apresentam impedâncias próprias e já levam em consideração o efeito da terra. A figura 5 apresenta o modelo para uma linha monofásica.

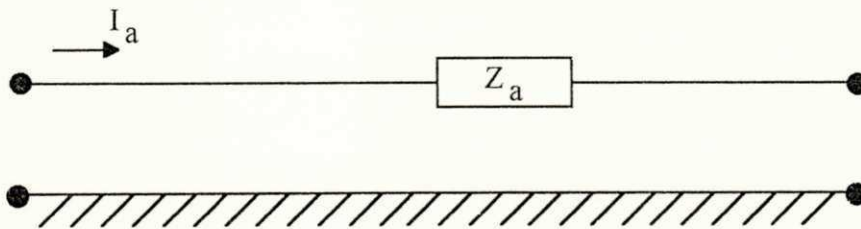


Figura 9 : Modelo para uma linha monofásica

Portanto, utilizando as equações de Carson e a representação matricial, qualquer linha seja ela trifásica, seja bifásica, seja ainda monofásica, pode ser modelada de forma sistemática e conveniente.

3.1.2 MODELO PARA CARGA E CAPACITORES SHUNT:

As cargas são representadas por fase e ligadas em estrela aterrada (figura 10). Desse modo, pode-se levar em consideração possíveis desequilíbrios. Além disso, as cargas podem ser modeladas como sendo de potência constante, corrente constante ou impedância constante, sem aumentar a complexidade do modelo.

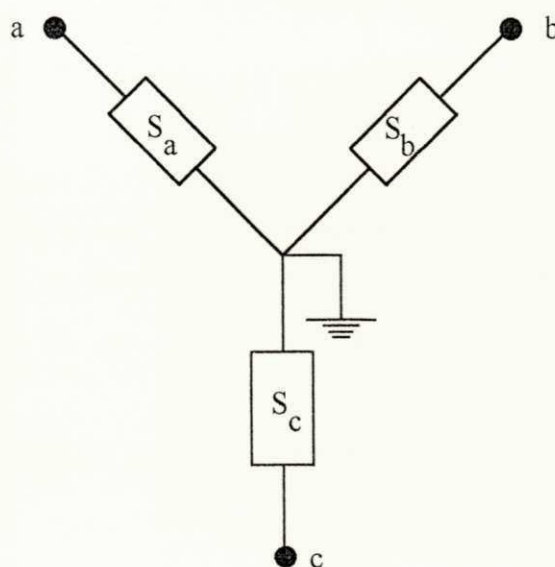


Figura 10 : Modelo para carga trifásica

Para cargas bifásicas ou monofásicas, basta igualar a zero a(s) potência(s) referente(s) à(s) fase(s) ausente(s).

Os capacitores shunt para compensação de reativos são modelados como cargas de impedância constante, ligadas em estrela aterrada.

A potência reativa que um capacitor fornece ao sistema depende do nível de tensão a que ele está submetido. Por isso, não é recomendável que seu modelo seja o de potência constante.

A observação referente às cargas bifásicas e monofásicas também é válida para o modelo de capacitores shunt.

3.1.3 MODELO PARA REGULADORES DE TENSÃO:

O circuito equivalente para um regulador de tensão por fase é mostrado na figura 11.

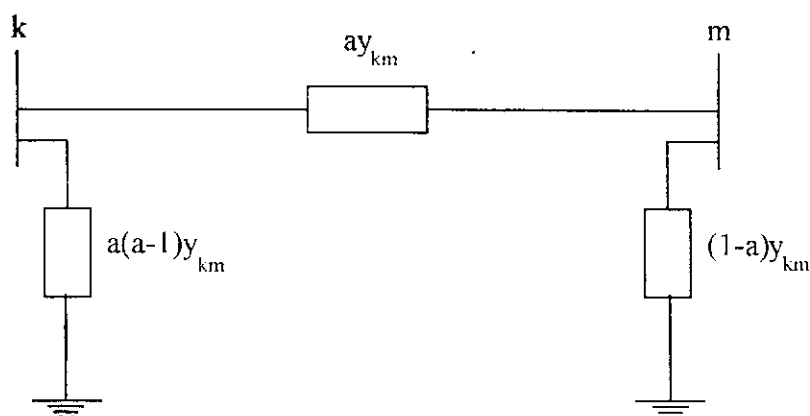


Figura 11 : Modelo para regulador de tensão

Onde a é relação de espiras (tap) dada pela relação entre as tensões V_m e V_k . A admitância do regulador é Y_{km} .

As informações necessárias sobre o regulador de tensão são: sua localização, sua admitância ou impedância e o seu tap.

3.2 FLUXO DE POTÊNCIA RADIAL TRIFÁSICO:

O Método Soma de Potências pode ser empregado para solução do problema de fluxo de potência trifásico para sistemas radiais.

O SDEE trifásico é resolvido como sendo três sistemas monofásicos, um para cada fase, sendo o acoplamento magnético entre eles considerado nos cálculos das perdas de potência nas linhas.

A figura 12 mostra um esquema para fase a de um nó k característico, com o conjunto de ramos que chegam e que saem dele.

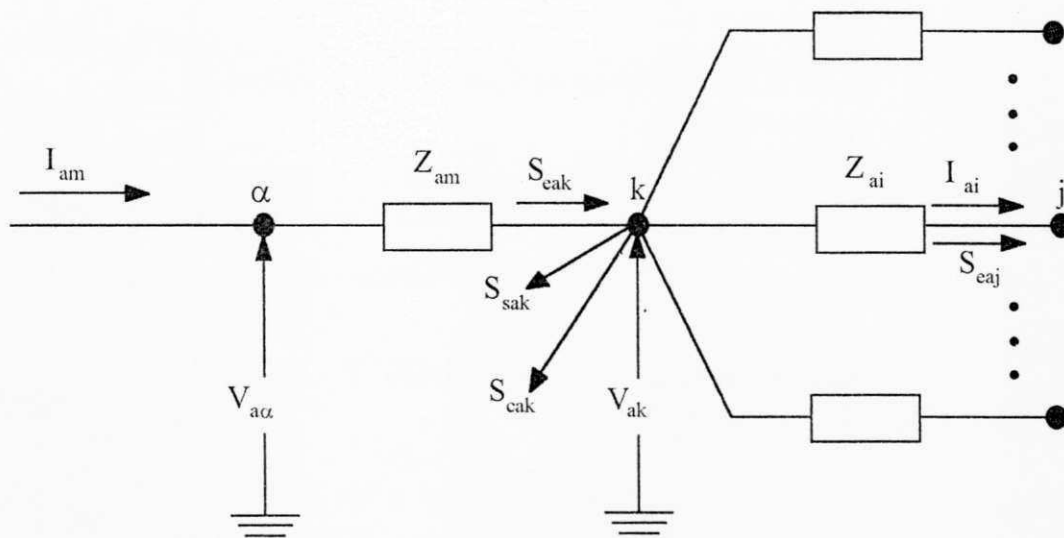


Figura 12 : Esquema de um nó típico

Onde:

a: subíndice que indica a fase a.

i, m: subíndices que indicam os ramos i e m.

k, j, α: subíndices que indicam os nós k, j e α.

$S_{c\alpha k}$, $S_{e\alpha j}$: potência equivalente na fase a vista desde k e j.

$S_{c\alpha k}$: carga no nó k na fase a.

$S_{s\alpha k}$: potência reativa shunt injetada no nó k na fase a.

$Z_{\alpha i}$, $Z_{\alpha m}$: impedância própria das linhas i e m.

$V_{\alpha\alpha}$, $V_{\alpha k}$: tensão dos nós α e k na fase a.

$I_{\alpha i}$, $I_{\alpha m}$: corrente na fase a nos ramos i e m.

Definindo:

S_{pai} : perdas de potência na linha i na fase a .

Z_{abi} : impedância mútua entre as fases a e b da linha i .

Z_{aci} : impedância mútua entre as fases a e c da linha i .

I_{bi}, I_{ci} : correntes nas fases b e c na linha i .

A potência equivalente do nó k se obtém pela equação:

$$S_{eak} = \sum_j S_{eaj} + \sum_i S_{pai} + S_{sak} + S_{cak} = P_{eak} + jQ_{eak} \quad (3.3)$$

Onde as perdas de potência são dadas por:

$$S_{pai} = (Z_{abi}I_{bi} + Z_{aci}I_{ci})I_{ai}^* + Z_{ai}I_{ai}^2 \quad (3.4)$$

Assim, a equação fundamental do fluxo de potência radial para a fase a fica:

$$V_{ak}^4 + \left[2(P_{eak}R_{am} + Q_{eak}X_{am}) - V_{ac}^2 \right] V_{ak}^2 + (P_{eak}^2 + Q_{eak}^2)(R_{am}^2 + X_{am}^2) = 0 \quad (3.5)$$

A fase da tensão no nó k se obtém por:

$$\rho_{ak} = \rho_{a\alpha} - \text{Sen}^{-1} \left(\frac{P_{eak} \cdot X_{am} - Q_{eak} \cdot R_{am}}{V_{a\alpha} \cdot V_{ak}} \right) \quad (3.6)$$

Essas equações são repetidas para outras duas fases (b, c) trocando os índices convenientemente.

Com isso, a cada iteração do processo de cálculo das tensões, a equação fundamental é aplicada três vezes, uma para cada fase. Mesmo assim, o algoritmo básico do Método Soma de Potências (apresentado no capítulo anterior) permanece inalterado.

CAPÍTULO 4

PROGRAMA COMPUTACIONAL: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

4.1 O PROGRAMA COMPUTACIONAL :

O programa computacional para o cálculo do fluxo de potência radial trifásico foi implementado em linguagem FORTRAN, seguindo o algoritmo do Método Soma de Potências apresentado no capítulo 2. A capacidade do programa é de 100 barras, sem incluir a barra fonte.

4.1.1 MODELOS IMPLEMENTADOS :

Os modelos implementados no programa correspondem aos vistos no capítulo 3. As linhas são modeladas pelas fórmulas de Carson, bastando para isso informar a sua configuração, ou seja, o tipo de cabo e os espaçamentos entre eles. A resistividade do solo também é um dado fornecido.

As cargas podem ser representadas como potência constante ou impedância constante. Para a última modelagem é necessário informar a percentagem da carga total que é de impedância constante.

Os reguladores de tensão que apesar de serem modelados por fase, representam as ligações em delta aberto e delta fechado. Para representar a ligação em delta fechado basta colocar o valor do tap como sendo 50% superior ao tap da ligação delta aberto.

4.1.2 DADOS DO SISTEMA :

Os dados do sistema a ser analisado são fornecidos em um único arquivo. Esses dados são separados em dados de linha, de barra e complementares.

Os dados de linha são fornecidos no formato tradicional, baseado no padrão PECO. Algumas modificações foram incluídas, principalmente a que se referem à configuração das linhas e às características de reguladores de tensão.

Assim, os dados de linha são: barra início e barra fim de cada trecho, configuração da linha (trifásica, bifásica ou monofásica) indicando a(s) fase(s), tipo do cabo, comprimento do trecho (em Km), distâncias entre os cabos (em m), tap e impedância percentual do regulador de tensão.

Caso um trecho tenha um regulador de tensão, as informações referentes à linhas não são preenchidas.

Os dados de barra também seguem o formato PECO, incluindo algumas modificações . O número da barra, o seu nome, o tipo da carga (trifásica, bifásica ou monofásica) indicando a(s) fase(s), a potência aparente da carga (kVA por fase), o fator de potência, a percentagem de impedância constante e as potências dos capacitores shunt são fornecidos.

Os dados complementares são: resistividade média do solo, tensão e potência bases (kV e kVA), tolerância para convergência, número máximo de iterações e a tensão do nó fonte.

4.1.3 FUNCIONAMENTO DO PROGRAMA :

Com os dados fornecidos, o programa inicialmente testa se o número de linhas é igual ao número de barras, condição para o sistema ser radial. Em caso de negativa, o programa é abortado.

Passando pelo teste inicial, o programa renumera as barras de acordo com Rajagopalan (Rajagopalan,1978). A partir dessa renumeração, o sistema é representado apenas por um vetor unidimensional. A numeração original não é destruída, sendo preservada para a impressão do relatório final.

Durante a renumeração alguns testes de consistência de dados são realizados. O principal é aquele que verifica se só existe um único nó fonte.

Após a renumeração é atribuído o valor de tensão inicial (módulo e fase) para cada fase de cada barra do sistema. O valor inicial assumido é o mesmo do nó fonte. Considerado por Cespedes (Cespedes, 1990) uma boa estimativa inicial.

Em seguida, as cargas que dependem da tensão são calculadas. As perdas iniciais são consideradas nulas e o processo iterativo é iniciado.

No processo iterativo, as tensões (módulo e fase) são calculadas para cada fase de cada barra. Com o novo perfil de tensão, as perdas são atualizadas, juntamente com as cargas.

O teste de convergência é feito. Caso não atinja a precisão desejada, o processo é repetido, sendo registrado o número de repetições.

Atingida a convergência, os fluxos de potência por fase em todos os trechos são calculados. Em termos de potência (ativa e reativa) e corrente.

O relatório final mostra o perfil de tensão por fase em todas as barras, os fluxos e as perdas de potência nos trechos por fase. Bem como o número de iterações para convergência, as perdas totais por fase e no sistema.

No anexo I está descrito o manual de utilização do programa de fluxo de potência trifásico desenvolvido.

4.2 APLICAÇÕES :

O propósito desta seção é ilustrar a funcionalidade do método soma de potências , aplicado na solução de fluxo de potência trifásico radial. Bem como analisar os efeitos do nível de desequilíbrio do sistema , da variação da tensão e da modelagem das cargas nas perdas elétricas.

As aplicações foram divididas em duas partes , a saber : utilização do programa e aplicações práticas.

Na primeira parte foram investigados os efeitos do nível de desequilíbrio do sistema , da variação da tensão e da modelagem das cargas nas perdas elétricas. Para essas análises foram utilizados dois sistemas testes : um de baixa tensão (380 V) e outro de alta tensão (13,8 kV).

Na parte de aplicações práticas foram utilizados o sistema do artigo (Kersting, 1984) , um sistema secundário (baixa tensão) e outro primário (alta tensão) , ambos da SAELPA (Sociedade Anônima de Eletrificação da Paraíba).

4.2.1 UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA :

Verificação dos efeitos sobre as perdas elétricas de um SDEE motivados por : nível de desequilíbrio do sistema , variação da tensão e modelagem das cargas.

O nível de desequilíbrio do sistema será representado pelo desequilíbrio da carga, por ser mais simples e direta a sua modificação.

A variação da tensão será provocada pela mudança na tensão da subestação, pois o seu efeito será sentido em todo o sistema.

A modelagem da carga será modificada entre potência constante e impedância constante, com diversas percentagens.

4.2.1.1 CASO 1 : EFEITO DO DESEQUILÍBRIO DAS CARGAS :

A distribuição desigual das correntes em um circuito polifásico geralmente resulta em um total de perdas muito alto.

O efeito do desequilíbrio das cargas no total das perdas elétricas do sistema foram estudados através dos seguintes sistemas.

a) Sistema primário

A figura apresenta o SDEE primário utilizado.

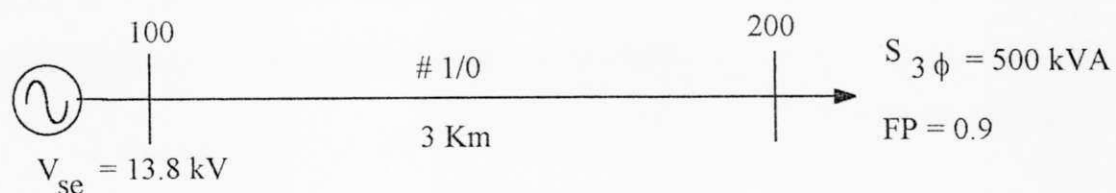


Figura 13 : Sistema primário

A seguir é mostrado o arquivo de dados desse sistema para o caso da carga equilibrada.

```

DADOS GERAIS :
<branco>          *-----*
Nome da subestacao : SEAT
Nome do alimentador : ALIAT
          ***.**          ** ** **
VSE ( kV ) = 13.8 DATA : 28 04 94
<branco>
DADOS DE LINHA :
<branco>
de para conf. cabo dist dab dbc dca dan dbn dcn tap xreg
***** ** ----- **.* ** -.* ** -.* ** -.* ** -.* **
100 200 1 1/0 CAA 3.0 1.90 0.40 2.30
9999
<branco>
DADOS DE BARRA :
<branco>
barra nombar tipcar kva_a kva_b kva_c fp pz qz capa capb capc
***** ----- **** ----- ***** ** ----- **.* ***** ----- **.* ** ----- ***** **
100 SUBEST          0.0 0.0 0.0 0.0
200 CARGA 3          25.0 25.0 25.0 0.9 40.0 40.0
9999
<branco>
rho vbase sbase tol itermax
***.** ----- ***.** ----- *****
100.0 13.8 100.0 0.00001 20

```

Figura 14 : Sistema primário (carga equilibrada)

O nível de desequilíbrio das cargas foi simulado através da variação do valor de X (ver equações abaixo) em : 0 , 11 , 22 , 33 , 44 , 55 e 66% ; resultando na variação das perdas representadas na figura 15.

$$\text{Carga na fase a} \quad a = \frac{X}{100} \cdot S_{3\phi}$$

$$\text{Carga na fase b} \quad b = \frac{67-X}{100} \cdot S_{3\phi}$$

$$\text{Carga na fase c} \quad c = \frac{33}{100} \cdot S_{3\phi}$$

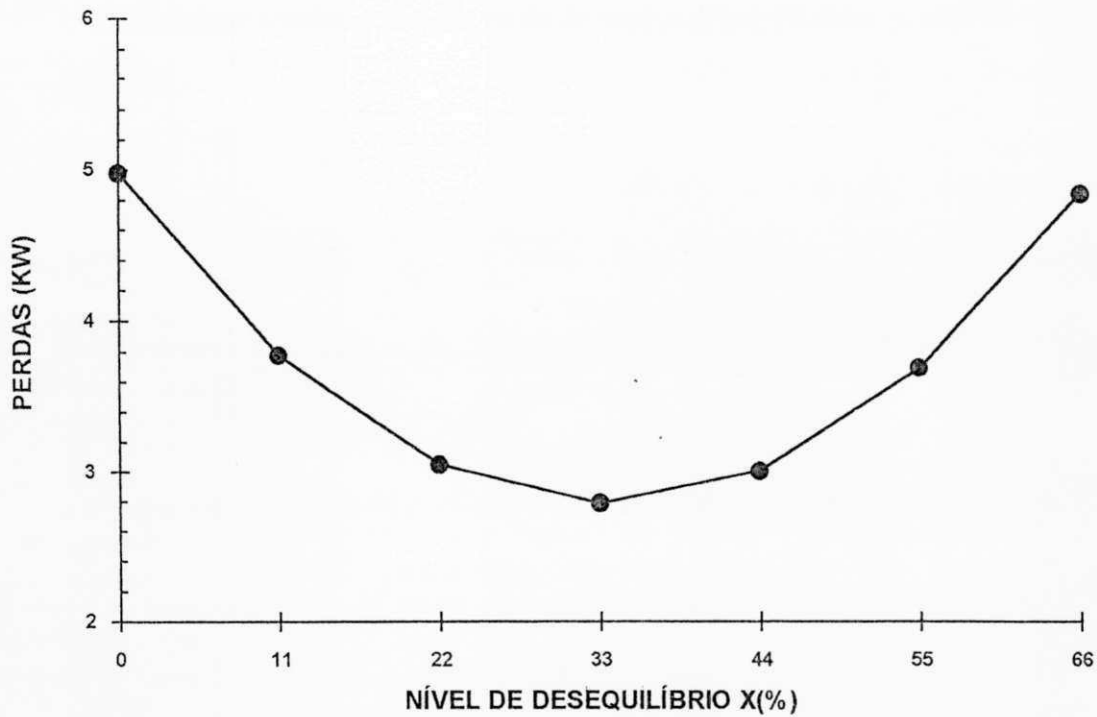


Figura 15 : Efeito do desequilíbrio nas perdas de potência ativa

b) Sistema secundário

A figura mostra o SDEE secundário utilizado :

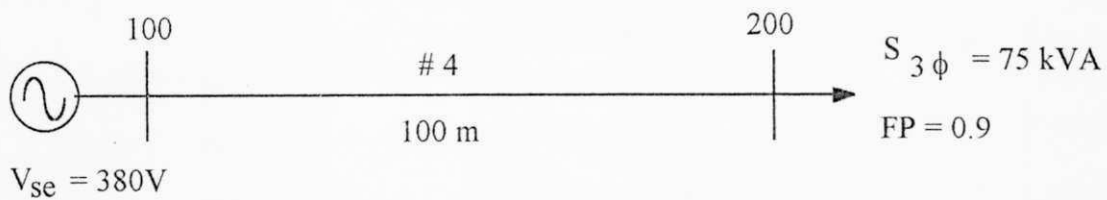


Figura 16 : Sistema secundário

A seguir é mostrado o arquivo de dados desse sistema para o caso da carga equilibrada.

```

DADOS GERAIS :
<branco>          *-----*
Nome da subestacao : SEBT
Nome do alimentador : ALIBT
          ***.**          ** ** **
VSE ( kV ) = 0.38 DATA : 28 04 94
<branco>
DADOS DE LINHA :
<branco>
de      para conf. cabo      dist dab  dbc  dca  dan  dbn  dcn  tap  xreg
***** ***** ** ----- **.* ** -.- *.* ** -.- *.* ** -.- *.* ** -.- **.* **
100     200  1  4 CAA      0.100 0.20  0.20  0.40  0.20  0.40  0.60
9999
<branco>
DADOS DE BARRA :
<branco>
barra nombar tipcar kva_a  kva_b  kva_c  fp    pz    qz    capa  capb  capc
***** ----- ***** ----- ***** ** ----- **.* ** -.- **.* ** -.- ***** ** -----
100 SUBEST          0.0    0.0    0.0  0.0
200 CARGA  3      25.0   25.0   25.0  0.9
9999
<branco>
rho  vbase sbase  tol  itermax
***.** -.- **.* ** -.- ***** **
100.0  0.38  1.0  0.00001  20

```

Figura 17 : Sistema secundário (carga equilibrada)

Para o sistema secundário foram feitas as mesmas simulações , resultando no gráfico da figura 18.

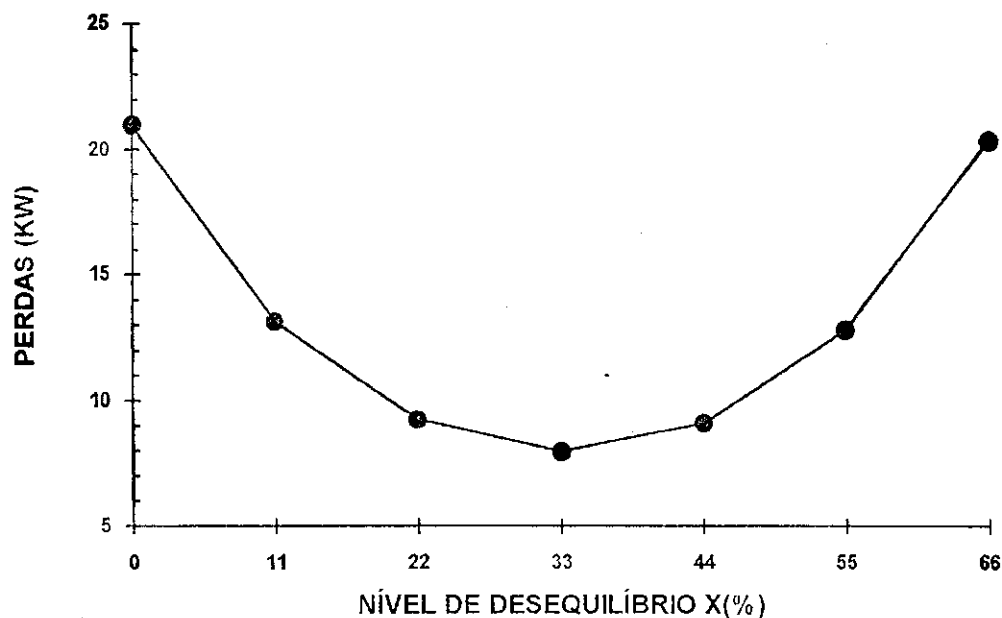


Figura 18 : Efeito do desequilíbrio nas perdas de potência ativa.

Nos dois sistemas analisados (primário e secundário) os gráficos Nível de desequilíbrio X Perdas de potência ativa mostram que as perdas são mínimas quando a carga é equilibrada (nível de desequilíbrio $X=33\%$).

Com o desequilíbrio das cargas correntes circularão pela terra , encontrando maiores obstáculos (resistências) fazendo com que as perdas aumentem consideravelmente.

4.2.1.2 CASO 2 : EFEITO DA VARIAÇÃO DA TENSÃO E DA MODELAGEM DAS CARGAS :

Com a capacidade para modelar as características das cargas (potência constante e impedância constante) e para modelar os circuitos de distribuição multifases , o método implementado nesse trabalho serve perfeitamente para a verificação desses efeitos.

A variação da tensão no sistema pode ser simulada através da alteração na tensão da subestação , pois essa modificação vai ser sentida por todo o sistema.

A variação da tensão na subestação , em pu , utilizada na simulação foi : 0.9 , 0.95 , 1.0 , 1.05 e 1.10.

Para a análise dos efeitos das características das cargas , foram considerados quatro tipos delas , descritas na tabela abaixo :

Tabela 4 : Tipos de cargas utilizadas na simulação

Tipo	Potência Cte.	Impedância Cte.
1	60%	40%
2	100%	0%
3	0%	100%
4	50%	50%

Os mesmos sistemas utilizados na investigação dos efeitos do nível de desequilíbrio das cargas (Caso 1) foram usadas nessa simulação.(figuras 13 e 16)

a) Sistema primário

O arquivo de dados referente à tensão da subestação igual a 1.0 pu e tipo de carga 1 é mostrado abaixo :

```

DADOS GERAIS :
<branco>          *-----*
Nome da subestacao : SEAT
Nome do alimentador : ALIAT
          ***.**      ** ** **
VSE ( kV ) = 13.8 DATA : 28 04 94
<branco>
DADOS DE LINHA :
<branco>
de para conf. cabo dist dab dbc dca dan dbn dcn tap xreg
***** ***** ** ----- **.* ** -.- **.* -.- **.* -.- **.* -.- **.*
100 200 1 1/0 CAA 3.0 1.90 0.40 2.30
9999
<branco>
DADOS DE BARRA :

```


b) Sistema secundário

O arquivo de dados referente à tensão da subestação igual a 1.0 pu e tipo de carga 4 é mostrado abaixo :

```

DADOS GERAIS :
<branco>          *-----*
Nome da subestacao : SEBT
Nome do alimentador : ALIBT
          ***.**          ** ** **
VSE ( kv ) = 0.38 DATA : 28 04 94
<branco>
DADOS DE LINHA :
<branco>
de para conf. cabo dist dab dbc dca dan dbn dcn tap xreg
**** ** ** *----- **,** -.- *,** -.- *,** -.- *,** -.- **,**
100 200 1 4 CAA 0.100 0.20 0.20 0.40 0.20 0.40 0.60
9999
<branco>
DADOS DE BARRA :
<branco>
barra nombar tipcar kva_a kva_b kva_c fp pz qz capa capb capc
**** ----- ** ** -.- **,** -.- **,** -.- **,** -.- **,** -.- **,** -.-
100 SUBEST 0.0 0.0 0.0 0.0
200 CARGA 3 25.0 25.0 25.0 0.9 50.0 50.0
9999
<branco>
rho vbase sbase tol itermax
**,** -.- **,** -.- **,** -.-
100.0 0.38 1.0 0.00001 20

```

Figura 21 : Sistema secundário (Vse=1.0 pu e carga tipo 4)

Procedendo da mesma maneira , como no sistema primário , foram obtidos os seguintes gráficos.

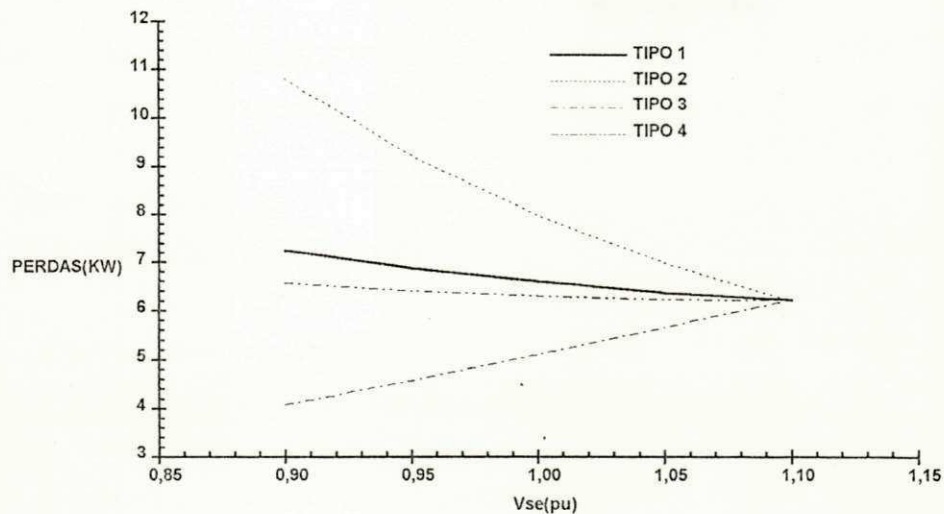


Figura 22 : Perdas de potência ativa vs. Tensão da subestação

Os gráficos das figuras 20 e 22 mostram , para ambos os sistemas , que a variação das perdas de potência em função da variação da tensão , depende também da composição do modelo de carga.

Para uma carga modelada como potência constante , um aumento na tensão provoca a diminuição das perdas. Isto ocorre devido a redução da corrente para compensar o aumento da tensão , mantendo a potência constante.

Se a carga é modelada como impedância constante , o comportamento das perdas é diferente. As perdas aumentam com o crescimento da tensão.

O comportamento das perdas devido a uma carga modelada parte como potência constante e parte como impedância constante , vai depender dessa composição , ou seja , a percentagem de potência constante ou de impedância vai definir o comportamento das perdas face a variação da tensão.

Para o tipo de carga 1 (60% potência constante e 40% impedância constante) as perdas diminuem com o aumento da tensão , porém com uma taxa de decréscimo menor.

Com a composição equilibrada , carga do tipo 4 (50% potência constante e 50% impedância constante) , praticamente as perdas ficam constantes com a variação da tensão.

4.2.2 APLICAÇÕES PRÁTICAS :

Três sistemas de distribuição de maior porte foram utilizados como aplicações do programa de fluxo de potência trifásico desenvolvido.

O primeiro é o sistema teste do artigo " A Method to teach the design and generation of a distribution system " de W. H. Kersting (Kersting,1984), com a inclusão de um regulador de tensão.

Os outros dois sistemas são alimentadores reais da SAELPA. Um é de alta tensão (alimentador primário) com 30 barras. O outro é um circuito secundário (baixa tensão) apresentando 53 barras.

Os diagramas unifilares são apresentados abaixo.

4.2.2.1 SISTEMA TESTE KERSTING :

O diagrama unifilar do sistema utilizado por Kersting em seu artigo (Kersting , 1984) é mostrado na figura 23.

Os dados e os resultados dos fluxos de potência referentes a esse sistema estão listados no Anexo II.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos do desequilíbrio, da variação da tensão e da modelagem das cargas sobre as perdas elétricas em SDEE's. Para isso, um programa computacional de fluxo de potência trifásico para sistemas radiais foi implementado.

O método Soma de Potências escolhido para implementação foi detalhado, sendo evidenciadas as suas vantagens para a solução do problema de fluxo de potência trifásico radial.

Os efeitos do desequilíbrio do sistema, da variação da tensão e da modelagem das cargas nas perdas elétricas foram investigados, chegando-se aos seguintes resultados :

- i. Quanto maior for o nível de equilíbrio do sistema, menor serão as perdas elétricas.
- ii. A variação das perdas com a tensão depende fortemente do modelo de carga que está sendo adotado.

Esses resultados vêm a fortalecer a necessidade do uso de ferramentas de análise de SDEE que utilizem modelos representativos dos desequilíbrios desses sistemas e das cargas o mais fiel possível com a realidade.

O autor deste trabalho considera que o método adotado contempla, satisfatoriamente, os parâmetros citados acima.

Sugestões para trabalhos futuros :

A principal sugestão para a continuidade deste trabalho seria a extensão do método soma de potências para a solução do problema de fluxo de potência trifásico para SDEE malhados. Outras sugestões :

i. Confrontar a simulação do fluxo de potência trifásico radial com medições feitas no campo.

ii. Implementar um modelo para regulador de tensão com TAP variável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, M.P. **Analysis of Faulted Power Systems**. Ames, Iowa State Univ. Press.,1973.
- CESPEDES, R. **New Method for the Analysis of Distribution Networks**. IEEE Transactions on Power Delivery, V. 5, n.1, pp.391-396, Jan. 1990.
- KERSTING, W.H **A Method to Teach the Design and Operation of a Distribution Systems**. IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, V. PAS-103, n.7, pp. 1945-1952, Jul. 1984.
- RAJAGOPALAN, S. **A New Computacional Algorithm for load Flow Study of Radial Distribution Systems**. Computer and Electr. Eng., V.5, pp.225-231, Pergamon Press, 1978.
- RUDNICK, H. & MUNOZ, M. **Three Phase Load Flow Analysis in Radial Power Systems**. I SIDEE, 1990.
- SUN, D.I.H et al. **Calculation of Energy Losses in a Distribution Systems**. IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, V. PAS-99, n.4, pp.572-576, Jul./ Ago. 1980.
- STEVESON, W.D. **Elements of Power Systems Analysis**. 4ª ed., New York : Mcgraw-Hill, 1982.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BALDICK, R. & WU, F.F. **Approximation Formulas for the Distribution Systems : The Loss Function and Voltage Dependence.** IEEE Transactions on Power Delivery, V.6, n.1, pp. 252-259, Jan 1991.
- BERG, R. et al. **Mechanized Calculation of Unbalanced Load Flow on Radial Distribution Circuits.** IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, V.PAS-86, n.4, pp.415-421, Abr. 1967.
- BIRT, K.A et al. **Three Phase Load Flow Program.** IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, V.PAS-95, n.1, pp.59-65, Jan./ Fev.1976.
- BRODSKY, S.F.J. et al. **Comparison of Distribution Circuit Voltage Modeling and Calculation Methods.** IEEE Transactions on Power Delivery, V.PWRD-2, n.2, pp.572-576, Abr.1987.
- CHANG, NE **Determination of Primary Feeder Losses.** IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, V.PAS-87, n.12, pp. 1991-1994, Dez.1968.
- CHEN, T et al. **Distribution System Power Flow Analysis-A Rigid Approach.** IEEE Transactions on Power Delivey, V.6, n.3, pp. 1146-1152, Jul. 1991.
- ERICKSON, J.C & GILLIGAN, S.R. **The Effects of Voltage Reduction on Distribution Circuit Loads.** IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, V.PAS-101, n.7, pp.2014-2018, Jul. 1982.
- GOSWAMI, SK. & BASU, S.K. **Direct Solution of Distribution Systems.** IEEE Proceedings-C, V.138, n.1, pp. 78-88, Jan. 1991.

- _____ & _____ **A New Algorithm for the Reconfiguration of Distribution Feeders for loss Minimization.** Transactions on Power Delivey, V.7, n.3, pp.1484-1491, Jul. 1992.
- KRUPA, T.J. & ASGEIRSSON, H. **The Effects of Reduced Voltage on Distribution Circuit Loads.** IEEE Transactions on Power Systems, V.PWRS-2, n.4, pp.1013-1018, Nov. 1987.
- LEE, R.E. et al. **Analysis of Time Varying Distribution Circuit Current and Loss Characteristics.** IEEE Transactions on Power Delivey, V.PWRD-2, n.4, pp.1249-1254, Out. 1987.
- LUO, G.X & SEMLYEN, A. **Efficient Load Flow for Large Weakly Meshed Networks.** IEEE Transactions on Power Systems, V.5, n.4, pp.1309-1316, Nov. 1990.
- MONTICELLI, A.J. **Fluxo de carga em Redes de Energia Elétrica.** São Paulo : Edgard Bliicher, 1983.
- SHIRMOHAMMADI, O.etal. **A Compensation Based Power Flow Method for Weakly Meshed Distribution and Transmission Networks.** IEEE Transactions on Power Systems, V.3, n.2, pp.753-762, Mai. 1988.
- SHULTZ, N.R. **Distribution Primary Feeder I^2R Losses.** IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, V.PAS-97, n.2, pp.603-609, Mar./Abr. 1978.
- VEMPATI, N. et al. **Simplified Feeder Modeling for Load Flow Calculations.** IEEE Transactions on Power Systems, V.PWRS-2, n.1, pp.168-174, Fev. 1987.

WAGNER, C.F & EVANS, R.D. **Symmetrical Components**. New York :
Macgraw-Hill, 1993.

WESTINGHOUSE ELETRIC, **Distributon System, Eletric Utilitg Engineering
Reference Book, V.3, 1959.**

ANEXO I

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

I.1 INTRODUÇÃO :

A utilização do programa computacional para o cálculo do fluxo de potência trifásico radial (FPTR) para SDEE é bastante simples.

Um microcomputador IBM/PC ou compatível, com ambiente DOS é necessário para a sua execução.

Após comando < FPTR >, digitado depois do prompt do DOS, o programa pede duas informações pelo teclado: nome do arquivo de entrada e de saída.

A seguir serão detalhadas as informações contidas nesses dois arquivos.

I.2 O ARQUIVO DE DADOS :

Nesse arquivo estão todos os dados necessários para a solução do problema de fluxo de potência radial trifásico, que são: dados gerais, dados de linha e dados de barras.

Para facilitar a digitação dos dados no arquivo, existem réguas que permitem a localização de cada dado no arquivo, bem como os seus formatos. (Ver figura 26).

A seguir serão relacionadas as três classes de dados (gerais, linha e barra), juntamente com suas localizações e formatos.

A codificação utilizada para especificar os formatos é a mesma utilizada na linguagem de programação FORTRAN.

```

DADOS GERAIS :
<branco>          *-----*
Nome da subestacao :
Nome do alimentador :
          ***,**          ** ** **
VSE ( kV ) =      DATA :
<branco>
DADOS DE LINHA :
<branco>
de para conf. cabo dist dab dbc dca dan dbn dcn tap xreg
***** ** ----- **,** -.- **,** -.- **,** -.- **,** -.- **,**
9999
<branco>
DADOS DE BARRA :
<branco>
barra nombar tipcar kva_a kva_b kva_c fp pz qz capa capb capc
***** ----- **** -.- ***** ** -.- **,** -.- **,** -.- ***** ** -.-
9999
<branco>
rho vbase sbase tol itermax
***,** -.- **,** -.- ***** ****

```

Figura 26 : Arquivo de dados modelo

1.2.1 DADOS GERAIS :

Os dados gerais compreendem: nomes da subestação e do alimentador, tensão da subestação, tensão e potências bases, tolerância para convergência, resistividade média do solo, data (dia, mês e ano) e número máximo de iterações.

Os formatos e posições dos campos referentes a esses dados são:

a) Nome da subestação

Formato: A8

Coluna: 23

b) Nome do alimentador

Formato: A6

Coluna: 24

c) Tensão da subestação (em kV)

Formato: F2.6 Coluna: 15

d) Data (dia, mês, ano)

Formato: 3 (I2, 1X) Coluna: 29

e) Resistividade média do solo (em Ωm)

Formato: F6.2 Coluna: 02

f) Tensão base (em kV)

Formato: F6.2 Coluna: 09

g) Potência base (em kVA)

Formato: F6.2 Coluna: 16

h) Tolerância para convergência

Formato: F11.8 Coluna: 23

i) Número máximo de iterações

Formato: I4 Coluna: 35

A localização desses campos por linha pode ser obtida pelo arquivo de dados modelo (Ver figura 26).

1.2.2 DADOS DE LINHA :

Nos dados de linha são fornecidas as seguintes informações: Topologia da rede (barra-origem e barra-fim de cada trecho), tipo de configuração da linha (trifásica, bifásica ou monofásica), tipo de cabo, comprimento do trecho,

distâncias entre os cabos e características de reguladores de tensão (reatância e tap).

Os formatos e posições dos campos referentes a esses dados são:

a) Barra-origem (de)

Formato: A5 Coluna: 02

b) Barra-fim (para)

Formato: A5 Coluna: 09

Os campos barra-origem e barra-fim são tratados pelo programa como sendo cadeias de caracteres. Após a renumeração das barras é associado um número para cada uma delas.

c) Configuração da linha

A configuração da linha (trecho) é informada por meio de códigos numéricos. A tabela abaixo relaciona esses códigos.

Tabela 5 : Codificação das Configurações de linha

Configuração	Código
a, b, c, (n)	1
a, (n)	2
b, (n)	3
c, (n)	4
a, c, (n)	5
a, b, (n)	6
b, c, (n)	7

Obs.: (n) significa com ou sem neutro.

Formato: I2 Coluna: 16

d) Tipo de cabo

Através do tipo de cabo do qual o trecho de linha é feito, juntamente com a configuração, com as distâncias entre os cabos e com a resistividade média do solo, o programa calcula a impedância da linha.

Os tipos de cabos que o programa considera são: 4 CAA, 2 CAA, 1/0 CAA, 4/0 CAA, 266.8 CAA, 336.4 CAA, 397.5 CAA, 477.0 CAA, 6 Cu, 1/0 Cu, 4/0 Cu, 300 Cu.

Esses cabos são os mais utilizados pelas nossas concessionárias de distribuição de energia elétrica do Nordeste.

Ao ser digitado o tipo do cabo no arquivo, alinhar o dado no campo pela esquerda e usar letras maiúsculas.

Formato: A9 Coluna: 20

e) Comprimento do trecho (em Km)

Formato: F6.3 Coluna: 30

f) Distâncias entre os cabos (em m)

f.1) Distâncias entre as fases a e b

Formato: F5.3 Coluna: 37

f.2) Distâncias entre as fases b e c

Formato: F5.3 Coluna: 43

f.3) Distâncias entre as fases c e a

Formato: F5.3 Coluna: 49

f.4) Distância entre a fase a e o neutro n

Formato: F5.3 Coluna: 55

f.5) Distância entre a fase b e o neutro n

Formato: F5.3 Coluna: 61

f.6) Distância entre a fase c e o neutro n

Formato: F5.3 Coluna: 67

Os campos referentes às fases que não fizerem parte da configuração da linha ficam em branco.

g) Dados de Reguladores de Tensão

Os dados de reguladores de tensão são de uma unidade monofásica. Dependendo da configuração do trecho, o programa monta o banco de reguladores.

No caso de um trecho com regulador, os dados referentes a cabo e distâncias são deixados em branco.

g.1) Tap do regulador de tensão

O modelo implementado no programa considera o TAP como sendo a relação de espiras entre secundário e primário. Um TAP maior que 1 significa que a ação do regulador é de aumentar a tensão.

Formato: F6.3

Coluna: 73

g.2) Reatância do regulador de tensão (em pu)

Formato: F6.3

Coluna: 80

Os dados de linha são encerrados com o número da barra origem igual a 9999.

A localização dos campos dos dados de linha por linha no arquivo pode ser obtida pelas réguas de posição e formato.

1.2.3 DADOS DE BARRA :

Os dados de barra são formados por: nº da barra, nome da barra, tipo de carga, potência aparente da carga por fase, fator de potência da carga, percentagem da carga que são de impedância constante (ativa e reativa), potência(s) nominal(is) do(s) capacitor(es) para compensação de reativos.

Os formatos e posições dos campos referentes a esses dados são:

a) Número de barra

A observação feita para os campos dos dados de linha, barra-origem e barra-fim, também é válida para esse campo.

Formato: A5 Coluna: 02

b) Nome da barra

Formato: A8 Coluna: 08

c) Tipo de carga

No SDEE pode aparecer cargas trifásicas, bifásicas ou monofásicas. Para o programa identificar um desses três tipos e associá-los às fases correspondentes é utilizado um conjunto de códigos que é:

Tabela 6 : Codificação para tipos de cargas

Código	Carga	Fases
3	trifásica	a, b, c
1a	monofásica	a
1b	monofásica	b
1c	monofásica	c
2ab	bifásica	a, b
2bc	bifásica	b, c
2ca	bifásica	c, a

Formato: A4 Coluna: 17

d) Potência aparente da carga por fase (em kVA)

d.1) Potência aparente da carga na fase a

Formato: F8.2 Coluna: 22

d.2) Potência aparente da carga na fase b

Formato: F8.2 Coluna: 31

d.3) Potência aparente da carga na fase c

Formato: F8.2

Coluna: 40

A(s) potência(s) referente(s) à(s) fase(s) ausente(s) são deixados em branco.

e) Percentagens da carga que são de impedância constante (ativa e reativa)

Esses campos permitem a modelagem da carga como sendo de impedância constante. Para isso, basta informar as percentagens de carga (ativa e reativa) que se comportam como impedância constante.

Por exemplo, suponha que uma carga monofásica da fase a é de 75 kVA e fator de potência 0.9. Desse total, 30% é de impedância constante.

Assim, os campos referentes a esses dados serão preenchidos como:

barra	nombar	tipcar	kva_a	kva_b	kva_c	fp	pz	qz	capa	capb	capc
*****	-----	****	-----	*****,**	-----	**,**	-----	***,**	-----	*****,**	-----
100	Barra100	1a	75.00			0.9	30.0	30.0			

e.1) Percentagem da parte ativa

Formato: F6.2

Coluna: 57

e.2) Percentagem da parte reativa

Formato: F6.2

Coluna: 64

f) Capacitores para compensação de reativos

A potência reativa nominal dos capacitores é informada em kVAr.

f.1) Para a fase a

Formato: F8.2

Coluna: 71

f.2) Para a fase b

Formato: F8.2

Coluna: 80

f.3) Para a fase c

Formato: F8.2

Coluna: 89

Os dados de barra são encerrados com o número da barra igual a 9999.

A localização dos campos dos dados de barra por linha no arquivo pode ser obtida pelas réguas de posição e formato.

I.3 O ARQUIVO DE SAÍDA :

O arquivo de saída é o próprio relatório gerado pelo programa. Nele está contido o perfil de tensão por barra e por fase, em pu e em quilovolts (kV).

Os fluxos de potência (kW e kVAr) e de corrente (A) é mostrado por fase. As perdas de potência (kW e kVAr) também listados.

As informações gerais compreendem: Critério de convergência, número de iterações efetuadas, total de perdas ativas (kW) por fase, total de perdas reativas (kVAr) por fase e o total de perdas no sistema(kW e kVAr).

Continuação ...

160	b 160	3	50.0	50.0	50.0	0.9
20	b 20					
70	b 70	1c			75.0	0.9
10	b 10	3	166.67	166.67	166.67	0.9
60	b 60	1c			50.0	0.9
200	b 200	1a	75.0			0.9
180	b 180	1b		50.0		0.9
210	b 210	1a	50.0			0.9
50	b 50	1a	75.0			0.9
190	b 190	1b		50.0		0.9
400	inter.					
110	deriv.					
115	reg.					
140	b 140	3	50.0	50.0	50.0	0.9
40	b 40	1c			50.0	0.9
80	b 80	1c			75.0	0.9
90	b 90	1a	50.0			0.9
30	b 30	1b		75.0		0.9
220	deriv.					
170	b 170	1a	75.0			0.9
150	b 150	1c			50.0	0.9
120	b 120	1b		100.0		0.9
100	fim	3	50.0	50.0	50.0	0.9
9999						
	rho	vbase	sbase	tol	itermax	
.**	----	***.**	-----	*		
100.0	4.16	100.0	0.00001	20		

II.2 RESULTADOS DOS FLUXOS DE POTÊNCIA :

Sistema Kersting modificado(V = 4.16 KV)							

----- PERFIL DE TENSAO -----							

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(pu)	(GRAUS)	(pu)	(GRAUS)	(pu)	(GRAUS)
500	teste	1.000000	.000	1.000000	-120.000	1.000000	120.000
350	deriv	.981379	-.922	.983266	-120.786	.982453	119.152
130	b 130	.968583	-1.191	.973653	-120.976	.972020	118.940
160	b 160	.965550	-1.256	.970631	-121.037	.968995	118.878
20	b 20	.957289	-1.433	.965527	-121.140	.963077	118.756
70	b 70	.952164	-1.544	.960440	-121.243	.954128	118.570
10	b 10	.949095	-1.612	.957393	-121.305	.951063	118.505
60	b 60					.953211	118.550
200	b 200	.951119	-1.567	.962480	-121.201	.963077	118.756
180	b 180	.947253	-1.652	.959431	-121.263	.963077	118.756
210	b 210	.944940	-1.703	.958518	-121.283		
50	b 50	.944009	-1.723				
190	b 190			.957906	-121.296		
400	inter.	.957289	-1.433	.965527	-121.140	.963077	118.756
110	deriv.	.978039	-1.082	.979283	-120.967	.978484	118.964
140	b 140	.975043	-1.146	.975528	-121.042	.973212	118.856
40	b 40					.970188	118.793
80	b 80					.968372	118.755
90	b 90	.973544	-1.178	.973270	-121.087	.973212	118.856
30	b 30			.971461	-121.125		
115	reg.	.916530	-2.600	.915028	-122.796	.919502	117.756
220	deriv.	.914696	-2.705	.912851	-122.914	.918056	117.676
170	b 170	.912771	-2.749	.910257	-122.970	.916776	117.648
150	b 150			.907668	-123.029	.915496	117.619
120	b 120			.905077	-123.087		
100	fim	.913098	-2.742	.911248	-122.949	.916462	117.641

----- PERFIL DE TENSAO -----							

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(kV)	(GRAUS)	(kV)	(GRAUS)	(kV)	(GRAUS)
500	teste	2.4018	.000	2.4018	-120.000	2.4018	120.000
350	deriv	2.3571	-.922	2.3616	-120.786	2.3596	119.152
130	b 130	2.3263	-1.191	2.3385	-120.976	2.3346	118.940
160	b 160	2.3190	-1.256	2.3312	-121.037	2.3273	118.878
20	b 20	2.2992	-1.433	2.3190	-121.140	2.3131	118.756
70	b 70	2.2869	-1.544	2.3068	-121.243	2.2916	118.570
10	b 10	2.2795	-1.612	2.2994	-121.305	2.2842	118.505
60	b 60					2.2894	118.550
200	b 200	2.2844	-1.567	2.3117	-121.201	2.3131	118.756

Continuação ...

180	b 180	2.2751	-1.652	2.3043	-121.263	2.3131	118.756
210	b 210	2.2695	-1.703	2.3021	-121.283		
50	b 50	2.2673	-1.723				
190	b 190			2.3007	-121.296		
400	inter.	2.2992	-1.433	2.3190	-121.140	2.3131	118.756
110	deriv.	2.3490	-1.082	2.3520	-120.967	2.3501	118.964
140	b 140	2.3418	-1.146	2.3430	-121.042	2.3374	118.856
40	b 40					2.3302	118.793
80	b 80					2.3258	118.755
90	b 90	2.3382	-1.178	2.3376	-121.087	2.3374	118.856
30	b 30			2.3332	-121.125		
115	reg.	2.2013	-2.600	2.1977	-122.796	2.2084	117.756
220	deriv.	2.1969	-2.705	2.1925	-122.914	2.2050	117.676
170	b 170	2.1923	-2.749	2.1862	-122.970	2.2019	117.648
150	b 150			2.1800	-123.029	2.1988	117.619
120	b 120			2.1738	-123.087		
100	fim	2.1931	-2.742	2.1886	-122.949	2.2011	117.641

----- SOLUCAO FLUXO DE CARGA RADIAL -----
----- FLUXO DE CARGA -----

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	500 teste						
P/ Barra	350	593.658	317.989	544.185	291.261	568.307	302.097
Corrente (A):		280.40		256.99		267.97	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	350 deriv						
P/ Barra	130	384.679	190.515	289.996	142.288	314.267	154.826
Corrente (A):		182.12		136.78		148.47	
P/ Barra	110	203.431	113.681	249.496	138.320	249.129	135.363
Corrente (A):		98.87		120.80		120.16	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	130 b 130						
P/ Barra	160	45.117	21.915	45.118	21.911	45.116	21.911
Corrente (A):		21.56		21.45		21.48	
P/ Barra	20	335.819	165.242	242.954	118.855	266.669	131.087
Corrente (A):		160.89		115.66		127.28	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	20 b 20						
P/ Barra	70	151.018	73.602	151.018	73.539	264.893	129.484
Corrente (A):		73.07		72.43		127.47	
P/ Barra	200	181.721	88.727	90.380	44.104	.000	.000

Continuação ...

Corrente (A):	87.95		43.37		.00	
P/ Barra 400	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Corrente (A):	.00		.00		.00	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
70 b 70						
P/ Barra 10	150.405	73.064	150.403	73.043	150.401	73.056
Corrente (A):	73.12		72.48		72.96	
P/ Barra 60					45.034	21.837
Corrente (A):					21.84	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
200 b 200						
P/ Barra 180	113.181	55.139	90.264	43.884	.000	.000
Corrente (A):	55.11		43.42		.00	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
180 b 180						
P/ Barra 210	112.783	54.777	45.061	21.849		
Corrente (A):	55.11		21.73			

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
210 b 210						
P/ Barra 50	67.554	32.747				
Corrente (A):	33.08					
P/ Barra 190			45.025	21.819		
Corrente (A):			21.73			

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
110 deriv.						
P/ Barra 140	90.307	43.854	113.062	55.077	158.605	77.396
Corrente (A):	42.74		53.47		75.10	
P/ Barra 115	112.826	58.533	135.830	71.761	90.095	46.171
Corrente (A):	54.11		65.31		43.08	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
140 b 140						
P/ Barra 40					112.894	54.888
Corrente (A):					53.70	
P/ Barra 90	45.056	21.853	67.734	32.925	.000	.000
Corrente (A):	21.38		32.14		.00	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
40 b 40						
P/ Barra 80					67.608	32.797

Continuação ...

Corrente (A):		32.25					
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	90 b 90						
P/ Barra	30			67.600	32.799		
Corrente (A):		32.14					
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	115 reg.						
P/ Barra	220	112.810	54.912	135.874	66.433	90.165	43.894
Corrente (A):		57.00		68.82		45.41	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	220 deriv.						
P/ Barra	170	67.617	32.812	90.664	44.201	45.068	21.894
Corrente (A):		34.21		46.01		22.72	
P/ Barra	100	45.063	21.860	45.067	21.857	45.067	21.860
Corrente (A):		22.80		22.85		22.72	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	170 b 170						
P/ Barra	150			90.426	44.028	45.050	21.849
Corrente (A):		46.00 22.74					
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	150 b 150						
P/ Barra	120			90.209	43.808		
Corrente (A):		46.00					
----- SOLUCAO FLUXO DE CARGA RADIAL -----							
----- PERDAS DE POTENCIA -----							
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	500 teste						
P/ Barra	350	4.970	10.492	4.220	6.959	3.371	8.419
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	350 deriv						
P/ Barra	130	3.650	3.113	1.821	1.283	2.373	1.560
P/ Barra	110	.305	.552	.586	.826	.237	.914
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	

Continuação ...

		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
130 b 130							
P/ Barra	160	.102	.077	.103	.069	.090	.073
P/ Barra	20	2.852	2.467	1.268	.903	1.773	1.125
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
20 b 20							
P/ Barra	70	.393	.424	.725	.213	1.780	1.614
P/ Barra	200	1.086	.839	.042	.211	.000	.000
P/ Barra	400	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
70 b 70							
P/ Barra	10	.349	.266	.349	.233	.310	.251
P/ Barra	60					.036	.036
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
200 b 200							
P/ Barra	180	.455	.293	.116	.221	.000	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
180 b 180							
P/ Barra	210	.247	.206	.002	.033		
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
210 b 210							
P/ Barra	50	.055	.056				
P/ Barra	190			.024	.024		
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
110 deriv.							
P/ Barra	140	.148	.126	.390	.165	.572	.554
P/ Barra	115	.000	3.557	.000	5.183	.000	2.254
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
140 b 140							
P/ Barra	40					.291	.295
P/ Barra	90	.079	.031	.095	.125	.000	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
40 b 40							
P/ Barra	80					.105	.106
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	

ANEXO III

SISTEMA SAELPA DE ALTA TENSÃO (13,8 KV)

III.1 DADOS DE ENTRADA:

```

DADOS GERAIS :
<branco>          *-----*
Nome da subestacao : SEAT
Nome do alimentador : ALIAT
                   ***,**      ** ** **
VSE ( kv ) = 13.8 DATA : 02 05 94
<branco>
DADOS DE LINHA :
<branco>
de      para conf.  cabo      dist  dab  dbc  dca  dan  dbn  dcn  tap  xreg
***** ***** **  ----- **,** -.-. *,** -.-. *,** -.-. *,** -.-. *,** -.-. *,**
01      02  1  1/0 CAA  3.0  1.90 0.40 2.30
02      03  1  1/0 CAA  0.75 1.90 0.40 2.30
03      04  1  4 CAA   1.25 1.90 0.40 2.30
03      05  1  1/0 CAA  6.50 1.90 0.40 2.30
05      06  1  4 CAA   2.0  1.90 0.40 2.30
06      07  1  4 CAA   2.0  1.90 0.40 2.30
06      08  1  4 CAA   2.0  1.90 0.40 2.30
05      09  1  1/0 CAA  3.50 1.90 0.40 2.30
09      10  1  1/0 CAA  1.0  1.90 0.40 2.30
10      11  1  1/0 CAA  3.0  1.90 0.40 2.30
11      12  1  6 CU    2.0  1.90 0.40 2.30
11      13  1  1/0 CAA  1.5  1.90 0.40 2.30
13      14  1  1/0 CAA  1.5  1.90 0.40 2.30
14      15  1  1/0 CAA  1.4  1.90 0.40 2.30
15      16  1  1/0 CAA  2.5  1.90 0.40 2.30
15      17  1  1/0 CAA  2.75 1.90 0.40 2.30
17      18  1  1/0 CAA  1.25 1.90 0.40 2.30
18      19  1  4 CAA   3.00 1.90 0.40 2.30
18      20  1  1/0 CAA  1.75 1.90 0.40 2.30
15      21  1  1/0 CAA  5.5  1.90 0.40 2.30
21      22  1  1/0 CAA  1.75 1.90 0.40 2.30
22      23  1  4 CAA   1.0  1.90 0.40 2.30
23      24  1  4 CAA   0.40 1.90 0.40 2.30
22      27  1  4 CAA   1.25 1.90 0.40 2.30
27      25  1  4 CAA   2.50 1.90 0.40 2.30
25      26  1  4 CAA   1.0  1.90 0.40 2.30
27      28  1  4 CAA   2.50 1.90 0.40 2.30
28      29  1  4 CAA   3.5  1.90 0.40 2.30
29      30  1  4 CAA   1.50 1.90 0.40 2.30
9999
<branco>
DADOS DE BARRA :
<branco>
barra nombar tipcar kva_a  kva_b  kva_c  fp  pz  qz  capa  capb  capc
    
```


Continuação ...

****	-----	****	-----	****, **	-----	** , ****	-----	***, **	-----	****, **	-----
01	SUBEST		0.0	0.0	0.0	0.0					
02	CARGA02	3	4.57	4.57	4.57	0.89					
03	CRGDRV03	3	10.29	10.29	10.29	0.89					
04	CRGFIM04	3	3.26	3.26	3.26	0.89					
05	DERV05										
06	CGRDRV06	3	2.74	2.74	2.74	0.89					
07	CRGFIM07	3	3.43	3.43	3.43	0.89					
08	CRGFIM08	3	2.92	2.92	2.92	0.89					
09	CARGA09	3	10.98	10.98	10.98	0.89					
10	CARGA10	3	1.03	1.03	1.03	0.89					
11	CRGDRV11	3	4.12	4.12	4.12	0.89					
12	CRGFIM12	3	2.74	2.74	2.74	0.89					
13	CARGA13	3	0.69	0.69	0.69	0.89					
14	CARGA14	3	6.86	6.86	6.86	0.89					
15	CRGDRV15	3	0.69	0.69	0.69	0.89					
16	CRGFIM16	3	62.67	62.67	62.67	0.89					
17	CARGA17	3	11.66	11.66	11.66	0.89					
18	CRGDRV18	3	0.34	0.34	0.34	0.89					
19	CRGFIM19	3	2.40	2.40	2.40	0.89					
20	CRGFIM20	3	52.72	52.72	52.72	0.89					
21	CARGA21	3	1.60	1.60	1.60	0.89					
22	DEV22										
23	CARGA23	3	2.74	2.74	2.74	0.89					
24	CRGFIM24	3	8.58	8.58	8.58	0.89					
27	CRGDRV27	3	7.09	7.09	7.09	0.89					
25	CARGA25	3	0.69	0.69	0.69	0.89					
26	CRGFIM26	3	0.57	0.57	0.57	0.89					
28	DERV28										
29	CARGA29	3	148.10	148.10	148.10	0.89					
30	CRGFIM30	3	8.01	8.01	8.01	0.89					
9999											
	<branco>										
	rho	vbase	sbase	tol	itermax						
****, **	-----	****, **	-----	-----	****						
100.0	13.8	100.0	0.00001	20							

III.2 RESULTADOS DOS FLUXOS DE POTÊNCIA :

Sistema SAELPA STR 01L1 (13.8 KV)							
----- PERFIL DE TENSAO -----							
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(pu)	(GRAUS)	(pu)	(GRAUS)	(pu)	(GRAUS)
01	SEAT	1.000000	.000	1.000000	-120.000	1.000000	120.000
02	CARGA02	.976741	-.616	.976742	-120.636	.977370	119.400
03	CRGDRV03	.970995	-.772	.970997	-120.798	.971776	119.248
04	CRGFIM04	.970867	-.773	.970869	-120.798	.971648	119.248
05	DERV05	.922204	-2.123	.922193	-122.182	.923988	117.926
06	CGRDRV06	.921603	-2.125	.921592	-122.185	.923388	117.923
07	CRGFIM07	.921376	-2.126	.921365	-122.186	.923162	117.922
08	CRGFIM08	.921410	-2.126	.921399	-122.185	.923195	117.923
09	CARGA09	.896506	-2.880	.896491	-122.955	.898732	117.183
10	CARGA10	.889391	-3.097	.889374	-123.176	.891734	116.970
11	CRGDRV11	.867991	-3.759	.867971	-123.848	.870623	116.320
12	CRGFIM12	.867808	-3.760	.867788	-123.849	.870440	116.318
13	CARGA13	.857499	-4.093	.857477	-124.187	.860257	115.990
14	CARGA14	.847009	-4.433	.846986	-124.530	.849878	115.655
15	CRGDRV15	.837407	-4.749	.837382	-124.849	.840365	115.343
16	CRGFIM16	.834059	-4.861	.834034	-124.961	.837028	115.232
17	CARGA17	.833448	-4.881	.833423	-124.981	.836421	115.212
18	CRGDRV18	.831960	-4.931	.831936	-125.031	.834939	115.163
19	CRGFIM19	.831696	-4.932	.831672	-125.032	.834677	115.162
20	CRGFIM20	.829979	-4.997	.829955	-125.097	.832966	115.097
21	CARGA21	.814922	-5.506	.814894	-125.612	.818088	114.596
22	DEV22	.807836	-5.753	.807807	-125.860	.811060	114.353
23	CARGA23	.807409	-5.755	.807380	-125.863	.810635	114.351
24	CRGFIM24	.807280	-5.756	.807251	-125.863	.810506	114.350
27	CRGDRV27	.799692	-5.798	.799654	-125.907	.802979	114.308
25	CARGA25	.799572	-5.799	.799534	-125.908	.802859	114.307
26	CRGFIM26	.799550	-5.799	.799513	-125.908	.802838	114.307
28	DERV28	.784156	-5.884	.784109	-125.994	.787546	114.223
29	CARGA29	.762323	-6.001	.762274	-126.111	.765812	114.107
30	CRGFIM30	.761843	-6.003	.761794	-126.114	.765334	114.105

----- PERFIL DE TENSAO -----							
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(kv)	(GRAUS)	(kv)	(GRAUS)	(kv)	(GRAUS)
01	SEAT	7.9674	.000	7.9674	-120.000	7.9674	120.000
02	CARGA02	7.7821	-.616	7.7821	-120.636	7.7871	119.400
03	CRGDRV03	7.7363	-.772	7.7364	-120.798	7.7426	119.248
04	CRGFIM04	7.7353	-.773	7.7353	-120.798	7.7415	119.248
05	DERV05	7.3476	-2.123	7.3475	-122.182	7.3618	117.926

Continuação ...

06	CRGDRV06	7.3428	-2.125	7.3427	-122.185	7.3570	117.923
07	CRGFIM07	7.3410	-2.126	7.3409	-122.186	7.3552	117.922
08	CRGFIM08	7.3413	-2.126	7.3412	-122.185	7.3555	117.923
09	CARGA09	7.1429	-2.880	7.1427	-122.955	7.1606	117.183
10	CARGA10	7.0862	-3.097	7.0860	-123.176	7.1048	116.970
11	CRGDRV11	6.9157	-3.759	6.9155	-123.848	6.9366	116.320
12	CRGFIM12	6.9142	-3.760	6.9140	-123.849	6.9352	116.318
13	CARGA13	6.8321	-4.093	6.8319	-124.187	6.8540	115.990
14	CARGA14	6.7485	-4.433	6.7483	-124.530	6.7713	115.655
15	CRGDRV15	6.6720	-4.749	6.6718	-124.849	6.6955	115.343
16	CRGFIM16	6.6453	-4.861	6.6451	-124.961	6.6690	115.232
17	CARGA17	6.6404	-4.881	6.6402	-124.981	6.6641	115.212
18	CRGDRV18	6.6286	-4.931	6.6284	-125.031	6.6523	115.163
19	CRGFIM19	6.6265	-4.932	6.6263	-125.032	6.6502	115.162
20	CRGFIM20	6.6128	-4.997	6.6126	-125.097	6.6366	115.097
21	CARGA21	6.4928	-5.506	6.4926	-125.612	6.5181	114.596
22	DEV22	6.4364	-5.753	6.4362	-125.860	6.4621	114.353
23	CARGA23	6.4330	-5.755	6.4327	-125.863	6.4587	114.351
24	CRGFIM24	6.4319	-5.756	6.4317	-125.863	6.4577	114.350
27	CRGDRV27	6.3715	-5.798	6.3712	-125.907	6.3977	114.308
25	CARGA25	6.3705	-5.799	6.3702	-125.908	6.3967	114.307
26	CRGFIM26	6.3704	-5.799	6.3701	-125.908	6.3966	114.307
28	DERV28	6.2477	-5.884	6.2473	-125.994	6.2747	114.223
29	CARGA29	6.0738	-6.001	6.0734	-126.111	6.1016	114.107
30	CRGFIM30	6.0699	-6.003	6.0695	-126.114	6.0977	114.105

----- SOLUCAO FLUXO DE CARGA RADIAL -----

----- FLUXO DE CARGA -----

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	01 SEAT						
P/ Barra	02	376.596	207.660	381.318	204.169	366.617	201.855
	Corrente (A):	53.98		54.29		52.53	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	02 CARGA02						
P/ Barra	03	365.993	197.737	370.519	194.290	356.661	192.521
	Corrente (A):	53.46		53.76		52.05	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	03 CRGDRV03						
P/ Barra	04	2.902	1.487	2.900	1.488	2.901	1.489
	Corrente (A):	.42		.42		.42	
P/ Barra	05	352.920	197.357	356.312	195.059	346.098	193.300
	Corrente (A):	52.27		52.51		51.20	

Continuação ...

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
05 DERVO5							
P/ Barra	06	8.096	4.148	8.097	4.146	8.096	4.147
	Corrente (A):		1.24		1.24		1.24
P/ Barra	09	331.749	179.485	334.391	177.628	326.714	176.685
	Corrente (A):		51.34		51.53		50.45

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
06 CGRDRV06							
P/ Barra	07	3.055	1.565	3.055	1.564	3.054	1.565
	Corrente (A):		.47		.47		.47
P/ Barra	08	2.601	1.332	2.600	1.333	2.600	1.333
	Corrente (A):		.40		.40		.40

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
09 CARGA09							
P/ Barra	10	315.101	166.314	317.519	164.549	310.640	163.978
	Corrente (A):		49.88		50.07		49.06

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
10 CARGA10							
P/ Barra	11	312.597	166.720	314.454	165.423	309.199	164.889
	Corrente (A):		50.00		50.14		49.32

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
11 CRGDRV11							
P/ Barra	12	2.439	1.250	2.438	1.251	2.438	1.249
	Corrente (A):		.40		.40		.39
P/ Barra	13	300.971	157.678	302.523	156.571	298.205	156.257
	Corrente (A):		49.13		49.26		48.53

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
13 CARGA13							
P/ Barra	14	297.772	155.358	299.024	154.465	295.552	154.226
	Corrente (A):		49.16		49.26		48.64

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
14 CARGA14							
P/ Barra	15	289.062	150.053	290.049	149.356	287.328	149.188
	Corrente (A):		48.26		48.34		47.81

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
15 CRGDRV15							
P/ Barra	16	55.943	28.798	55.945	28.798	55.944	28.796

Continuação ...

Corrente (A):		9.43		9.43		9.40	
P/ Barra	17	60.091	30.998	60.109	30.986	60.065	30.983
Corrente (A):		10.13		10.14		10.09	
P/ Barra	21	170.162	88.949	170.715	88.576	169.169	88.438
Corrente (A):		28.78		28.83		28.51	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	17 CARGA17						
P/ Barra	18	49.507	25.440	49.518	25.428	49.488	25.431
Corrente (A):		8.38		8.38		8.35	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	18 CRGDRV18						
P/ Barra	19	2.136	1.095	2.136	1.095	2.137	1.094
Corrente (A):		.36		.36		.36	
P/ Barra	20	47.003	24.148	47.007	24.151	47.005	24.150
Corrente (A):		7.97		7.97		7.94	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	21 CARGA21						
P/ Barra	22	165.358	84.281	165.785	83.983	164.617	83.936
Corrente (A):		28.58		28.62		28.35	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	22 DEV22						
P/ Barra	23	10.081	5.165	10.081	5.164	10.081	5.165
Corrente (A):		1.76		1.76		1.75	
P/ Barra	27	154.237	78.089	154.584	77.845	153.632	77.817
Corrente (A):		26.86		26.89		26.65	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	23 CARGA23						
P/ Barra	24	7.636	3.912	7.634	3.914	7.640	3.911
Corrente (A):		1.33		1.33		1.33	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	27 CRGDRV27						
P/ Barra	25	1.122	.575	1.121	.575	1.122	.574
Corrente (A):		.20		.20		.20	
P/ Barra	28	145.384	74.116	145.590	73.973	145.014	73.946
Corrente (A):		25.61		25.63		25.44	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	25 CARGA25						
P/ Barra	26	.508	.261	.505	.261	.509	.259

Continuação ...

Corrente (A):		.09		.09		.09	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	28 DERV28						
P/ Barra	29	142.772	73.512	142.772	73.513	142.736	73.490
	Corrente (A):	25.70		25.70		25.59	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	29 CARGA29						
P/ Barra	30	7.133	3.655	7.134	3.655	7.134	3.655
	Corrente (A):	1.32		1.32		1.31	
----- SOLUCAO FLUXO DE CARGA RADIAL -----							
----- PERDAS DE POTENCIA -----							
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	01 SEAT						
P/ Barra	02	6.339	4.900	6.886	4.415	4.772	3.910
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	02 CARGA02						
P/ Barra	03	1.554	1.201	1.689	1.082	1.171	.961
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	03 CRGDRV03						
P/ Barra	04	.000	.000	.000	.000	.000	.000
P/ Barra	05	12.806	9.914	14.047	8.902	9.837	8.150
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	05 DERV05						
P/ Barra	06	.005	.002	.005	.002	.005	.002
P/ Barra	09	6.632	5.139	7.310	4.605	5.147	4.288
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	06 CGRDRV06						
P/ Barra	07	.001	.000	.001	.000	.001	.000
P/ Barra	08	.001	.000	.001	.000	.000	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	09 CARGA09						
P/ Barra	10	1.788	1.386	1.973	1.241	1.390	1.160

Continuação ...

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	10 CARGA10						
P/ Barra	11	5.373	4.168	5.955	3.725	4.219	3.537
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	11 CRGDRV11						
P/ Barra	12	.000	.000	.001	.000	.000	.000
P/ Barra	13	2.591	2.011	2.877	1.795	2.044	1.717
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	13 CARGA13						
P/ Barra	14	2.590	2.011	2.883	1.793	2.053	1.730
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	14 CARGA14						
P/ Barra	15	2.327	1.808	2.595	1.610	1.852	1.564
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	15 CRGDRV15						
P/ Barra	16	.158	.123	.177	.109	.128	.109
P/ Barra	17	.201	.156	.225	.138	.162	.138
P/ Barra	21	3.250	2.525	3.625	2.249	2.587	2.186
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	17 CARGA17						
P/ Barra	18	.062	.049	.070	.043	.051	.043
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	18 CRGDRV18						
P/ Barra	19	.001	.000	.001	.000	.001	.000
P/ Barra	20	.079	.061	.089	.054	.064	.055
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	21 CARGA21						
P/ Barra	22	1.019	.792	1.138	.705	.814	.689
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	22 DEV22						
P/ Barra	23	.005	.002	.005	.002	.005	.002
P/ Barra	27	1.455	.501	1.533	.446	1.314	.437
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	

ANEXO IV

SISTEMA SAELPA DE BAIXA TENSÃO (380 V)

IV.1 DADOS DE ENTRADA :

DADOS GERAIS :												
<branco> *-----*												
Nome da subestacao : SEBT												
Nome do alimentador : ALIBT												
***,** ** ** **												
VSE (kV) = 0.38 DATA : 28 04 94												
<branco>												
DADOS DE LINHA :												
<branco>												
de	para	conf.	cabo	dist	dab	dbc	dca	dan	dbn	dcn	tap	xreg
*****	*****	**	-----	**,**	---	*,**	---	*,**	---	*,**	---	**,**
54	38	1	1/0 CAA	0.001	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
38	36	1	1/0 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
36	37	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
36	35	1	1/0 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
35	34	1	1/0 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
34	53	1	1/0 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
53	33	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
53	25	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
25	24	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
24	23	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
23	22	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
22	6	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
6	7	3	4 CAA	0.040					0.20			
53	31	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
31	30	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
30	29	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
29	51	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
51	50	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
50	49	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
49	48	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
48	47	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
38	39	1	1/0 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
39	40	5	4 CAA	0.040			0.20	0.20		0.40		
40	41	5	4 CAA	0.040			0.20	0.20		0.40		
39	42	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
42	43	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
43	44	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
44	45	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
45	46	3	4 CAA	0.040					0.20			
39	28	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
28	27	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
27	26	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		
26	52	1	4 CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60		

Continuação ...

52	14	7	4	CAA	0.040	0.20			0.20	0.40	
14	15	7	4	CAA	0.040	0.20			0.20	0.40	
52	16	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
16	17	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
17	18	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
18	19	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
19	20	6	4	CAA	0.040	0.20			0.20	0.40	
20	21	2	4	CAA	0.040				0.20		
52	13	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
13	12	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
12	11	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
11	10	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
10	9	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
9	8	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
8	5	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
5	4	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
4	3	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
3	2	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60
2	1	1	4	CAA	0.040	0.20	0.20	0.40	0.20	0.40	0.60

9999

<branco>

DADOS DE BARRA :

<branco>

barra	nombar	tipcar	kva_a	kva_b	kva_c	fp	pz	qz	capa	capb	capc
*****	-----	****	-----	-----	-----	**	*****	-----	-----	-----	-----
54	TRAFO		0.0	0.0	0.0	0.0					
38	CRG_DERV	3	0.9	1.2	0.6	0.9					
36	DERV										
37	FIM_1										
35	CARGA_35	3	1.2	0.6	1.2	0.9					
34	CARGA_34	3	0.6	0.3	0.3	0.9					
53	DERV										
33	CRG33FIM	3	0.3	0.3	0.3	0.9					
25	CARGA_25	2ab	0.3	0.6		0.9					
24	CARGA_24	3	0.6	1.2	0.6	0.9					
23	CARGA_23	2ac	0.6		1.8	0.9					
22	CARGA_22	3	0.3	0.6	0.3	0.9					
6	CARGA_6	2ac	0.3		0.3	0.9					
7	CRG7FIM	1b		0.6		0.9					
31	CARGA_31	1c			0.3	0.9					
30	CARGA_30	3	0.3	1.2	0.9	0.9					
29	CARGA_29	3	0.6	0.3	1.2	0.9					
51	CARGA_51	3	0.6	0.6	0.6	0.9					
50	CARGA_50	3	0.9	0.3	0.9	0.9					
49	CARGA_49	3	0.6	0.6	0.3	0.9					
48	CARGA_48	3	1.2	0.6	1.2	0.9					
47	CRG47FIM	3	0.6	0.3	0.6	0.9					
39	CRG_DERV	3	0.3	0.9	0.9	0.9					
40	CARGA_40	1c			0.3	0.9					
41	CRG41FIM	2ac	0.3		0.6	0.9					
42	CARGA_42	2ab	0.3	0.3		0.9					
43	CARGA_43	3	0.6	0.3	1.5	0.9					

Continuação ...

44	CARGA_44	3	0.6	0.9	2.4	0.9
45	CARGA_45	3	0.6	2.1	0.6	0.9
46	CRG46FIM	1b		1.5		0.9
28	CARGA_28	2ac	0.3		0.9	0.9
27	CARGA_27	3	0.3	1.8	0.6	0.9
26	CARGA_26	3	0.9	0.3	0.6	0.9
52	DERV					
14	CARGA_14	1c			0.3	0.9
15	CRG15FIM	2bc		0.3	0.6	0.9
16	CARGA_16	1a	0.6			0.9
17	CARGA_17	2bc		0.6	1.2	0.9
18	CARGA_18	3	0.6	0.6	1.8	0.9
19	CARGA_19	3	0.6	1.2	0.9	0.9
20	CARGA_20	2ab	0.6	0.9		0.9
21	CRG21FIM	1a	0.6			0.9
13	CARGA_13	3	0.9	0.6	0.6	0.9
12	CARGA_12	3	0.9	0.6	1.2	0.9
11	CARGA_11	3	0.6	0.9	0.6	0.9
10	CARGA_10	3	0.3	1.2	1.5	0.9
9	CARGA_9	2bc		0.3	0.6	0.9
8	CARGA_8	2bc		0.3	0.3	0.9
5	CARGA_5	3	0.3	0.3	0.6	0.9
4	CARGA_4	3	0.6	0.3	1.2	0.9
3	CARGA_3	2ac	0.3		0.3	0.9
2	CARGA_2	3	0.3	0.3	0.3	0.9
1	CRG1FIM	3	0.6	0.3	0.3	0.9
9999						
<branco>						
rho	vbase	sbase	tol	itermax		
.**	---.--	***.**	---,-----	*		
100.0	0.38	1.0	0.00001	20		

IV.2 RESULTADOS DOS FLUXOS DE POTÊNCIA :

Sistema de baixa Tensao (380 V)							
----- PERFIL DE TENSAO -----							
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(pu)	(GRAUS)	(pu)	(GRAUS)	(pu)	(GRAUS)
54	SEBT	1.000000	.000	1.000000	-120.000	1.000000	120.000
38	CRG_DERV	.999468	-.007	.999361	-120.011	.999192	119.986
36	DERV	.990732	-.123	.991588	-120.137	.988640	119.803
37	FIM_1	.990732	-.123	.991588	-120.137	.988640	119.803
35	CARGA_35	.981973	-.241	.983797	-120.264	.978064	119.618
34	CARGA_34	.974332	-.345	.976557	-120.383	.968604	119.449
53	DERV	.967248	-.442	.969589	-120.498	.959412	119.282
33	CRG33FIM	.966730	-.442	.969077	-120.498	.958896	119.282
25	CARGA_25	.963601	-.442	.964412	-120.502	.954186	119.276
24	CARGA_24	.960470	-.441	.960263	-120.505	.948955	119.270
23	CARGA_23	.958380	-.441	.958183	-120.506	.944765	119.265
22	CARGA_22	.957334	-.441	.956103	-120.508	.943716	119.263
6	CARGA_6	.956811	-.441	.955061	-120.508	.943192	119.263
7	CRG7FIM			.954012	-120.508		
31	CARGA_31	.958684	-.442	.962803	-120.504	.948727	119.267
30	CARGA_30	.950103	-.442	.956006	-120.510	.938548	119.253
29	CARGA_29	.942034	-.441	.951280	-120.514	.929942	119.241
51	CARGA_51	.935017	-.440	.947070	-120.517	.923459	119.233
50	CARGA_50	.929065	-.439	.943906	-120.520	.918045	119.226
49	CARGA_49	.924725	-.438	.941265	-120.522	.914245	119.221
48	CARGA_48	.921465	-.437	.939679	-120.523	.910985	119.217
47	CRG47FIM	.920377	-.437	.939150	-120.523	.909898	119.216
39	CRG_DERV	.987659	-.172	.982589	-120.296	.977830	119.606
40	CARGA_40	.987152	-.172			.976303	119.605
41	CRG41FIM	.986645	-.171			.975284	119.605
42	CARGA_42	.984090	-.172	.973739	-120.303	.970119	119.598
43	CARGA_43	.981025	-.171	.965397	-120.310	.962391	119.589
44	CARGA_44	.978979	-.171	.957569	-120.315	.957223	119.583
45	CARGA_45	.977955	-.171	.951295	-120.319	.956188	119.582
46	CRG46FIM			.948657	-120.319		
28	CARGA_28	.970931	-.179	.962807	-120.334	.950298	119.561
27	CARGA_27	.954636	-.184	.942975	-120.366	.924205	119.519
26	CARGA_26	.938783	-.186	.926262	-120.391	.899083	119.481
52	DERV	.924458	-.187	.910050	-120.411	.874964	119.445
14	CARGA_14			.909499	-120.411	.873256	119.444
15	CRG15FIM			.908948	-120.411	.872116	119.443
16	CARGA_16	.918962	-.187	.903928	-120.417	.867470	119.435
17	CARGA_17	.914549	-.187	.897802	-120.422	.859964	119.425
18	CARGA_18	.910131	-.186	.892778	-120.425	.854753	119.418
19	CARGA_19	.906813	-.185	.888864	-120.428	.853013	119.416
20	CARGA_20	.904598	-.185	.887184	-120.429		
21	CRG21FIM	.903490	-.185				
13	CARGA_13	.915591	-.187	.900486	-120.423	.859991	119.423

Continuação ...

14	CARGA_14			.1995	-120.411	.1916	119.444
15	CRG15FIM			.1994	-120.411	.1913	119.443
16	CARGA_16	.2016	-.187	.1983	-120.417	.1903	119.435
17	CARGA_17	.2006	-.187	.1970	-120.422	.1887	119.425
18	CARGA_18	.1997	-.186	.1959	-120.425	.1875	119.418
19	CARGA_19	.1989	-.185	.1950	-120.428	.1871	119.416
20	CARGA_20	.1985	-.185	.1946	-120.429		
21	CRG21FIM	.1982	-.185				
13	CARGA_13	.2009	-.187	.1976	-120.423	.1887	119.423
12	CARGA_12	.1993	-.186	.1957	-120.433	.1856	119.403
11	CARGA_11	.1981	-.186	.1941	-120.440	.1831	119.386
10	CARGA_10	.1971	-.185	.1928	-120.445	.1808	119.371
9	CARGA_9	.1962	-.185	.1921	-120.449	.1792	119.360
8	CARGA_8	.1953	-.184	.1915	-120.451	.1779	119.350
5	CARGA_5	.1945	-.183	.1910	-120.453	.1766	119.342
4	CARGA_4	.1937	-.183	.1906	-120.454	.1757	119.336
3	CARGA_3	.1932	-.182	.1903	-120.455	.1753	119.334
2	CARGA_2	.1928	-.182	.1901	-120.456	.1750	119.332
1	CRG1FIM	.1926	-.182	.1900	-120.456	.1749	119.331

----- SOLUCAO FLUXO DE CARGA RADIAL -----
----- FLUXO DE CARGA -----

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
54 SEBT							
P/ Barra	38	20.682	9.847	25.126	11.704	31.496	15.201
Corrente (A):		104.41		126.34		159.40	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
38 CRG_DERV							
P/ Barra	36	8.439	4.097	7.566	3.631	10.242	4.999
Corrente (A):		42.78		38.28		51.99	
P/ Barra	39	11.488	5.441	16.461	7.694	20.811	10.053
Corrente (A):		57.97		82.87		105.43	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
36 DERV							
P/ Barra	37	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Corrente (A):		.00		.00		.00	
P/ Barra	35	8.392	4.068	7.522	3.615	10.166	4.947
Corrente (A):		42.90		38.36		52.12	

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
35 CARGA_35							
P/ Barra	34	7.260	3.510	6.935	3.333	9.008	4.365

Continuação ...

Corrente (A):	37.43	35.65	46.65			

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)
34 CARGA_34						
P/ Barra 53	6.683	3.225	6.624	3.186	8.678	4.189
Corrente (A):	34.71		34.31		45.34	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)
53 DERV						
P/ Barra 33	.270	.131	.270	.131	.270	.131
Corrente (A):	1.41		1.41		1.43	
P/ Barra 25	1.904	.920	2.730	1.318	2.737	1.324
Corrente (A):	9.96		14.25		14.44	
P/ Barra 31	4.474	2.152	3.585	1.716	5.607	2.686
Corrente (A):	23.40		18.68		29.54	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)
25 CARGA_25						
P/ Barra 24	1.628	.788	2.175	1.052	2.724	1.319
Corrente (A):	8.55		11.42		14.46	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)
24 CARGA_24						
P/ Barra 23	1.083	.524	1.086	.526	2.170	1.051
Corrente (A):	5.71		5.73		11.58	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)
23 CARGA_23						
P/ Barra 22	.541	.262	1.083	.525	.541	.262
Corrente (A):	2.86		5.73		2.90	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)
22 CARGA_22						
P/ Barra 6	.270	.131	.541	.262	.270	.131
Corrente (A):	1.43		2.87		1.45	

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)
6 CARGA_6						
P/ Barra 7			.541	.262		
Corrente (A):			2.87			

Barra Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)	(KW)	(KVar)
31 CARGA_31						
P/ Barra 30	4.442	2.142	3.562	1.713	5.278	2.536

Continuação ...

Corrente (A):		23.45		18.71		28.13	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)
	30 CARGA_30						
P/ Barra	29	4.138	1.998	2.458	1.184	4.413	2.125
Corrente (A):		22.05		13.01		23.79	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)
	29 CARGA_29						
P/ Barra	51	3.567	1.724	2.178	1.051	3.293	1.588
Corrente (A):		19.17		11.59		17.92	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)
	51 CARGA_51						
P/ Barra	50	3.003	1.453	1.630	.787	2.730	1.319
Corrente (A):		16.26		8.71		14.97	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)
	50 CARGA_50						
P/ Barra	49	2.175	1.053	1.355	.656	1.904	.921
Corrente (A):		11.86		7.27		10.50	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)
	49 CARGA_49						
P/ Barra	48	1.626	.788	.811	.393	1.626	.788
Corrente (A):		8.91		4.37		9.01	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)
	48 CARGA_48						
P/ Barra	47	.541	.262	.270	.131	.541	.262
Corrente (A):		2.97		1.46		3.01	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)
	39 CRG_DERV						
P/ Barra	40	.270	.131			.812	.393
Corrente (A):		1.39				4.20	
P/ Barra	42	1.904	.916	4.733	2.277	4.114	1.994
Corrente (A):		9.75		24.36		21.31	
P/ Barra	28	8.959	4.221	10.672	4.901	14.750	7.002
Corrente (A):		45.70		54.48		76.11	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)	(KW)	(KVAr)
	40 CARGA_40						
P/ Barra	41	.270	.131			.541	.262

Continuação ...

Corrente (A):		1.39		2.80			
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	42 CARGA_42						
P/ Barra	43	1.628	.785	4.417	2.134	4.091	1.983
Corrente (A):		8.37		22.96		21.36	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	43 CARGA_43						
P/ Barra	44	1.083	.524	4.108	1.989	2.714	1.315
Corrente (A):		5.59		21.55		14.28	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	44 CARGA_44						
P/ Barra	45	.541	.262	3.265	1.582	.541	.262
Corrente (A):		2.80		17.27		2.86	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	45 CARGA_45						
P/ Barra	46			1.354	.656		
Corrente (A):				7.21			
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	28 CARGA_28						
P/ Barra	27	8.568	4.066	10.457	4.869	13.575	6.469
Corrente (A):		44.52		54.61		72.13	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	27 CARGA_27						
P/ Barra	26	8.187	3.907	8.621	4.038	12.700	6.081
Corrente (A):		43.31		46.02		69.44	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	26 CARGA_26						
P/ Barra	52	7.268	3.486	8.195	3.887	11.851	5.699
Corrente (A):		39.14		44.63		66.67	
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	52 DERV						
P/ Barra	14			.270	.131	.812	.393
Corrente (A):				1.50		4.70	
P/ Barra	16	2.744	1.321	3.032	1.459	3.580	1.729
Corrente (A):		15.01		16.85		20.71	
P/ Barra	13	4.427	2.130	4.749	2.253	7.159	3.443

Continuação ...

Corrente (A):		24.22	26.33	41.38		
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)
	14 CARGA_14					
P/ Barra	15			.270	.131	.541 .262
Corrente (A):				1.50		3.14
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)
	16 CARGA_16					
P/ Barra	17	2.190	1.055	3.011	1.455	3.554 1.719
Corrente (A):		12.06		16.86		20.74
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)
	17 CARGA_17					
P/ Barra	18	2.181	1.053	2.452	1.187	2.446 1.184
Corrente (A):		12.07		13.83		14.40
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)
	18 CARGA_18					
P/ Barra	19	1.630	.789	1.899	.920	.812 .393
Corrente (A):		9.07		10.77		4.81
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)
	19 CARGA_19					
P/ Barra	20	1.083	.525	.811	.393	
Corrente (A):		6.05		4.62		
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)
	20 CARGA_20					
P/ Barra	21	.541	.262			
Corrente (A):		3.03				
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)
	13 CARGA_13					
P/ Barra	12	3.584	1.727	4.157	1.983	6.508 3.136
Corrente (A):		19.80		23.31		38.29
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)
	12 CARGA_12					
P/ Barra	11	2.751	1.327	3.576	1.714	5.332 2.570
Corrente (A):		15.33		20.26		31.89
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW) (KVAR)

Continuação ...

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	54 SEBT						
P/ Barra	38	.007	.003	.014	.005	.016	.013

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	38 CRG_DERV						
P/ Barra	36	.047	.029	.045	.016	.076	.052
P/ Barra	39	.073	.029	.250	.085	.279	.251

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	36 DERV						
P/ Barra	37	.000	.000	.000	.000	.000	.000
P/ Barra	35	.047	.030	.045	.016	.076	.053

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	35 CARGA_35						
P/ Barra	34	.036	.021	.040	.015	.060	.043

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	34 CARGA_34						
P/ Barra	53	.030	.018	.038	.013	.056	.041

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	53 DERV						
P/ Barra	33	.000	.000	.000	.000	.000	.000
P/ Barra	25	.006	.001	.014	.003	.012	.004
P/ Barra	31	.032	.010	.023	.002	.058	.018

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	25 CARGA_25						
P/ Barra	24	.004	.001	.010	.002	.013	.005

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	24 CARGA_24						
P/ Barra	23	.002	.000	.003	.000	.009	.004

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	23 CARGA_23						
P/ Barra	22	.001	.000	.002	.001	.000	.000

Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	22 CARGA_22						

Continuação ...

P/ Barra	6	.000	.000	.001	.000	.000	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	6 CARGA_6						
P/ Barra	7			.001	.000		
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	31 CARGA_31						
P/ Barra	30	.033	.010	.023	.002	.053	.016
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	30 CARGA_30						
P/ Barra	29	.029	.011	.010	.000	.040	.011
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	29 CARGA_29						
P/ Barra	51	.023	.008	.008	.001	.022	.005
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	51 CARGA_51						
P/ Barra	50	.016	.006	.004	.000	.016	.004
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	50 CARGA_50						
P/ Barra	49	.009	.003	.003	.000	.008	.002
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	49 CARGA_49						
P/ Barra	48	.005	.002	.001	.000	.006	.001
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	48 CARGA_48						
P/ Barra	47	.001	.000	.000	.000	.001	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	39 CRG_DERV						
P/ Barra	40	.000	.000			.001	.001
P/ Barra	42	.006	-.001	.045	.012	.024	.011
P/ Barra	28	.117	.023	.217	.029	.363	.136
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	40 CARGA_40						

Continuação ...

P/ Barra	41	.000	.000			.001	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	42 CARGA_42						
P/ Barra	43	.004	-.001	.041	.010	.024	.012
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	43 CARGA_43						
P/ Barra	44	.002	-.001	.035	.011	.009	.005
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	44 CARGA_44						
P/ Barra	45	.001	-.001	.021	.010	.000	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	45 CARGA_45						
P/ Barra	46			.004	.002		
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	28 CARGA_28						
P/ Barra	27	.113	.020	.216	.033	.322	.120
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	27 CARGA_27						
P/ Barra	26	.104	.024	.154	.016	.309	.113
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	26 CARGA_26						
P/ Barra	52	.083	.018	.147	.016	.282	.106
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	52 DERV						
P/ Barra	14			.000	.000	.001	.001
P/ Barra	16	.014	.003	.020	.003	.027	.009
P/ Barra	13	.031	.007	.051	.005	.110	.041
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	14 CARGA_14						
P/ Barra	15			.000	.000	.001	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	16 CARGA_16						

Continuação ...

P/ Barra	17	.008	.001	.021	.004	.026	.010
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	17 CARGA_17						
P/ Barra	18	.009	.002	.013	.003	.013	.004
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	18 CARGA_18						
P/ Barra	19	.006	.001	.007	.003	.001	.000
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	19 CARGA_19						
P/ Barra	20	.003	.001	.001	.001		
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	20 CARGA_20						
P/ Barra	21	.001	.000				
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	13 CARGA_13						
P/ Barra	12	.020	.004	.042	.003	.094	.037
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	12 CARGA_12						
P/ Barra	11	.012	.002	.032	.003	.064	.026
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	11 CARGA_11						
P/ Barra	10	.007	.001	.020	.001	.053	.022
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	10 CARGA_10						
P/ Barra	9	.006	.002	.007	.000	.028	.011
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	9 CARGA_9						
P/ Barra	8	.006	.002	.004	.000	.020	.007
Barra	Nome	Fase a		Fase b		Fase c	
		(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)	(KW)	(KVAR)
	8 CARGA_8						
P/ Barra	5	.006	.003	.003	.000	.017	.005

