

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E SISTEMAS
MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

Dissertação de Mestrado

*Avaliação da Segurança de Sistemas de Potência Via Reconhecimento
de Padrões : Aplicação a um Modelo Reduzido do Sistema CHESF.*

por

Cristina Lúcia Pires Ferreira Travassos

Recife - 1993

Avaliação da Segurança de Sistemas de Potência Via Reconhecimento de Padrões : Aplicação a um Modelo Reduzido do Sistema CHESF.

TESE

**Apresentada ao
Mestrado em Engenharia Elétrica da UFPE**

por

Cristina Lúcia Pires Ferreira Travassos

**Como um dos Requisitos para
Obtenção do Título de**

Mestre

Orientador : *Ascendino Flávio Dias e Silva*

Universidade Federal de Pernambuco

Outubro - 1993

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE
TESE DE MESTRADO
DE**

CRISTINA LÚCIA PIRES FERREIRA TRA VASSOS

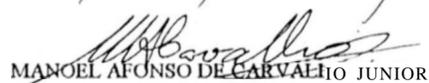
TÍTULO

**"A VAUAÇÃO DA SEGURANÇA DE SISTEMA DE POTÊNCIA
VIA RECONHECIMENTO DE PADRÕES: APLICAÇÃO A UM
MODELO REDUZIDO DO SISTEMA CHESF"**

A Comissão Examinadora composta pelos professores: ASCENDINO ELÁVIO DIAS E SILVA, DES/UFPE, MANOEL AFONSO DE CARVALHO JÚNIOR, DEESP/UFPE e ANTONIO MARCUS NOGUEIRA LIMA, DEE/UFPI3, sob a presidência do primeiro, consideram a candidata CRISPINA LÚCIA PIRES FERREIRA TRAVASSOS **APROVADA PLENAMENTE.**

Recife, 29 de outubro de 1993.


ASCENDINO FLÁVIO DIAS E SILVA


MANOEL AFONSO DE CARVALHO JUNIOR


ANTONIO MARCUS NOGUEIRA LIMA

"Este trabalho é especialmente dedicado
à todas as pessoas que acreditam que o
melhor ainda está por ser conquistado. É
só mais um passo. O próximo".

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos às pessoas que colaboraram direta ou indiretamente na execução deste trabalho, em especial:

A Pedro, Cíntia, Fernanda, Mariana, Carolina e Lúvia pela compreensão e incentivo.

Aos meus pais por todas as oportunidades que me concederam.

Ao meu orientador, Professor *Ascendino Flávio Dias e Silva*, pela amizade, paciência e incentivo.

A CHESF, em especial a Superintendente de Telecomunicações e Sistema de Controle (SIC), ao Departamento de Controle de Processos do Sistema (DCP) e a Divisão de Automação e Controle de Processos do Sistema (DOCS) pelo apoio e oportunidade.

Ao colega e amigo Valdemar Alves Freitas Júnior, pelas exaustivas horas de discussões e troca de idéias.

Ao colega Lúcio Flávio Cavalcanti Pessoa, pela sua colaboração imprescindível e oportunidade de conhecer uma pessoa tão brilhante.

Aos colegas, Professores e Funcionários do DES e da CHESF pelos incentivos, ensinamentos e atenção dispensados durante a realização deste trabalho.

Ao companheiro Wander Broell Faria, pela paciência e atenção dispensadas na digitação dos manuscritos.

S U M Á R I O

Agradecimentos.....	iv
Relação de Figuras.....	vii
Relação de Tabelas.....	viii
Resumo.....	ix
Introdução.....	1

Capítulos

1 - Sistemas de Gerenciamento de Energia e Conceito de Segurança de Sistemas Elétricos de Potência.....	4
1.1 - Introdução.....	4
1.2 - Funções Básicas dos Centros de Gerenciamento de Energia EMS.....	4
1.3 - Conceito Sobre Segurança e Estado de Sistemas Elétricos de Potência.....	7
1.3.1 - Segurança Estática do Sistema.....	7
1.3.2 - Estados do Sistema e Transições Entre Eles.....	9
1.4 - O Sistema CHESF.....	12
1.4.1 - O EMS da CHESF.....	18
1.4.2 - Funções do Subsistema de Segurança em Tempo Real.....	20
1.5 - Perspectiva dos Centros de Gerenciamento de Energia.....	22
1.6 - Referências Bibliográficas.....	23
2 - A Técnica de Reconhecimento de Padrão.....	25
2.1 - Introdução.....	25
2.2 - Formulação do Problema.....	27
2.3 - O Conjunto de Treinamento.....	29
2.4 - A Seleção de Atributos.....	29
2.5 - A Classificação.....	31
2.5.1 - Funções Discriminantes Lineares.....	32
2.5.1.1 - Funções Discriminante Linear de Fisher - (FDLF).....	33
2.6 - Referências Bibliográficas.....	37
3 - Metodologia Utilizada na Construção do Conjunto de Treinamento Utilizando o Sistema CHESF.....	40
3.1 - Introdução.....	40
3.2 - Síntese do Planejamento da Operação.....	40
3.3 - A Escolha do Modelo.....	44
3.2 - Preparação do Conjunto de Treinamento.....	47
3.5 - Composição do Vetor Padrão.....	50
3.6 - Referências Bibliográficas.....	51
4 - Utilização da Técnica de Fisher na Seleção das Características e Processo de Classificação.....	53
4.1 - O Processo de Seleção de Características.....	53
4.2 - O Processo de Classificação.....	54
4.2.1 - Determinação da Função Discriminante de Fisher.....	54
4.2.2 - Preparação do Conjunto de Testes.....	59
4.2.2.1 - O Conjunto de Testes.....	60
4.3 - Avaliação dos Resultados.....	63
4.4 - Referências Bibliográficas.....	63
5 - Conclusões e Sugestões Para os Trabalhos Futuros.....	65

Apêndices

A.3.1-a - Solução do Fluxo de Potência para o Sistema Completo.....	68
A.3.1-b - Solução do Fluxo de Potência Para o Sistema Reduzido.....	117
A.3.2 - Dados de Barras e Linhas do Sistema Completo.....	126
A.3.3 - Siglas Utilizadas no Sistema Reduzido.....	138
A.3.4 - Definições dos Limites Operativos das Grandezas Monitoradas.....	140
A.4.1 - Valores da Função de Fisher Para Todas as Variáveis do Sistema em Estudo e Variáveis Seleccionadas em Função do Fator de Correlação.....	144
A.4.2 - Classificadores Obtidos em Função dos Coeficientes de Correlação.....	156
A.4.3 - Geração Aleatória de Padrões.....	165
A.4.4 - Técnica do Incremento Proporcional.....	177
A.4.5 - Classificador Final Ajustado para $\alpha = 0,21$	179

RELAÇÃO DE FIGURAS

1.1 - Aquisição de dados, Consistência das Informações e Alarmes, Registro de Informações, Controle Supervisório, Visualização e Monitoração das Informações..	5
1.2 - Estados de Operação do Sistema e suas Possíveis Transições.....	11
1.3.a - Configuração da Malha Primária do Sistema Elétrico da CI IESF.....	15
1.3b - Diagrama Unifilar do Sistema CHESF - Representação Geográfica.....	16
1.4 - Cópia do Quadro Sinótico CHESF.....	17
1.5 - Configuração do SCS (Supervisory Control System).....	18
1.6 - Diagrama Esquemático Subistema Avaliação de Segurança em Tempo Real ..	21
2.1 - Enfoques de Reconhecimento de Padrões.....	26
2.2 - Diagrama de Blocos Simplificado da Técnica de Reconhecimento de Padrões Aplicada a Avaliação da Segurança de um Sistema Elétrico de Potência.....	27
2.3 Diagrama de um Classificador Linear.....	33
3.1 - Curva de Carga Semanal da CHESF.....	43
3.2 - Diagrama Unifilar Simplificado do Modelo Reduzido Utilizado no Estudo....	46
4.1 - Representação Simplificada da Transformação do Espaço de Características para o Eixo Real.....	55
5.1 - Diagrama Simplificado da Técnica de Reconhecimento de Padrões que Pode Ser Implementada em um Centro de Controle em Tempo Real.....	66
A.4.3.1 - Representação do Vetor Peso W no Espaço de Características.....	169

RELAÇÃO DE TABELAS

1.1 - Síntese do Atendimento às Funções de Restrições Versus listado do Sistema...	10
1.2 - Capacidade de Geração do Sistema CHESF.....	13
1.3 - Capacidade de Transformação e Linhas Instaladas por Classe de Tensão do Sistema CHESF.....	14
2.1 - Técnicas Utilizadas na Classificação de Padrões.....	26
3.1 - Equivalência dos Casos base mensais com Perfis de Carga da Curva Semanal.	44
3.2 - Lista de Contingências Utilizadas nas Simulações.....	47
3.3 - Sumário das Grandezas Monitoradas.....	48
4.1 - Coeficiente de Correlação (R_{max}) x Número de Coordenadas Seleccionadas. . .	54
4.2 - Relação do no. de Erros de Classificação Obtidos em Função do Coeficiente de Correlação Máximo (R_{max}) Definido para os Classificadores Testados.....	56
4.3 - Variáveis Seleccionadas a Partir do Fator de Correlação (R_{max}) = 0,45.....	56
4.4 - Resultado dos Padrões SEGUROS e INSEGUROS com o Classificador.....	57
4.5 - Coordenadas dos Vetores Padrões da Classe Segura.....	58
4.6 - Coordenadas dos Vetores Padrões da Classe Insegura.....	58
4.7 - Erros de Classificação em Função de Valores com o Classificador.....	60
4.8 - Erros de Classificação em Função de Valores de com o Novo Classificador....	61
4.9 - Erros de Classificação em Função de Valores de Para o Novo Classificador Ajustado com a Técnica do Incremento Proporcional.....	62

Avaliação da Segurança de Sistemas de Potência Via Reconhecimento de Padrões: Aplicação a um Modelo Reduzido do Sistema CMESF

Cristina Lúcia Pires Ferreira Travassos

RESUMO

Neste trabalho apresentamos uma forma alternativa de análise da segurança de sistemas elétricos de potência em tempo real compatível com os programas de análise de segurança convencionais de maneira a fornecer informações mais rápidas, diretas e precisas que sirvam de insumo para a tomada de decisão dos operadores de sistema.

A técnica de Reconhecimento de Padrões é aplicada para avaliar a Segurança de um modelo reduzido do sistema CHESF. Em seguida é analisada a viabilidade da utilização desta técnica através de um conjunto de testes gerado a partir do conjunto de treinamento constituído de padrões representativos do sistema.

No final é apresentado um diagrama esquemático como uma sugestão para a implementação da técnica em um centro de controle em tempo real.

Palavras-Chave : análise de segurança, reconhecimento de padrões, conjunto de testes, conjunto de treinamento, centro de controle em tempo real.

Pattern Recognition Applied to Power System Evaluation : An Application for a Small Model of CHESF's Power System

ABSTRACT

This work presents an alternative to real-time security analysis of power systems operation, compatible with conventional security analysis programs, in order to provide faster, straightforward and more accurate information to assist power systems operators in their decision-making process.

Pattern recognition technique was applied to evaluate the security state of a small model of CHESF power system.. The feasibility of using this technique was then analyzed by a test set, which was generated from the training set composed of representative patterns of the system.

Finally, a diagram is presented as a suggestion for the implementation of the technique in a Control Center real-time environment.

Key words : Security analysis, pattern recognition, test set, training set, real-time control center.

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
 * CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MV * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA " AREA 5										*** AREA LESTE												
DA BARRA		DADOS			BARRA -		CARGA		LINK DC		SHUNT		FLUXO; - LINHAS									
NM.	TIPO	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQV	MVAR	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MVAR	EQUIV	PARA	BARRA	CIRC	FLUXO	TAP	DEFAS	TL		
NOME		MD/	NI	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR		NOME			MW	MVAR				
711	0	C.981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
ITABAIANA	230	-9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
														3 PAF 230 BP-1	C	-83 5	-6 7					
														4 PA 230 BP-2	O	-88 7	-6 2				TL	
														713 ITABAIANA 69	C	6 5	4 5				TL	
														718 VIC-ITE 230	O	20 4	0 0				TL	
														721 JARDIM 230	O	56 2	17 2				TL	
														721 JARDIM 230	O	56 2	17 2				TL	
														782 CATU 230	O	32 7	-25 7				TL	
740	0	1.035	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	321.5										
OLINDINA	500	-6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
														1 P. AFONSO 500	C	-449 4	-60 9					
														50 ITAPARICA500	C	-429 7	-119 6					
														750 CAMACARI 500	C	-41 3	-77 0				TL	
														750 COKACARI 500	C	437 3	-64 0				TL	
1300	1	1.040	400.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-486.7										
SOBRAD.	500	8.1	-135.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
														50 ITAPARICA500	O	335 3	-204 9					
														50 ITAPARICA500	O	351 3	-225 1					
														570 S. J. PTAUI 500	O	-436 7	-118 3					
														1301 SOBRAD. 230	C	99 ?	-74 3					
1301	0	0.971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
SOBRAD.	230	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
														1300 SOBRAD. 500	C	-99 9	79 3	C	911			
														1311 JUAZEIRO 230	O	50 0	-39 7					
														1311 JUAZEIRO 230	O	50 0	-39 7					
1311	0	0.982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
JUAZEIRO	230	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
														1301 SOBRAD. 230	O	-49 6	34 1					
														1301 S03*AD. 230	O	-49 0	34 1					
														1313 JZ9.2 69	C	19 4	-6 2				TL	
														1318 JUAZEIRO1FIC	O	7 7	2 0				995	
														1319 JZD FIC	G	4 8	2 0				950	
														1321 JAGUARARI230	C	39 2	-30 7				TL	
														1331 SB? 230	C	31 2	-33 0				TL	

cr-

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
CASO BASE

TOTAIS DA AREA 5

GERAÇÃO	INJ. EQV	CARGA	LINK DC	SHUNT	EXPORT	IMPORT	PERDAS
MW	MW	MW	MW	MW/	MW	MW	MW
MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	EQUIV	MVAR	MVAR	MVAR
X	X	X	X	X	X	X	X
2129.9	0.0	928.1	0.0	-1902.3	1570.2	458.4	89.9
-1286.3	0.0	351.4	0.0	0.0	561.0	49.2	-4051.9

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
 * CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA • \AREA 6 *										AREA		FLUXOS				LINHAS	
DA BARRA	TIPO	TENSÃO	GERAÇÃO	IN. 20V	CARGA	LIN < DC	SHUNT	DADA BARRA	PARA BARRA	CTRC	FLUXOS	TAP	DEFAS.	TL	X		
NM.	NOME	MD/	MW	f i	MW	MAR	MVAR/EQUIV	NM.	NOME		MW	MVAR					
403	B.NOME	65	-9.87	0.0	1.0	17.0	3.0	CO									
			-9.8	0.0	.0	-5.1	CO	0.0									
401	CNOME	230							C	-8 B	2 5			T2			
401	P.NOME	230							C	-a 8	2 5			TL			
406	IGNO-TIPICA								0	0 6	Z 1 0.375						
406	BNO-TIPICA	0	1.011	0.0	.0	0.6	0.0										
			-10.3	0.0	.0	0.1	CO	0.0									
403	1.NOME	69							c	-0 6	-0 1						
412	CE-MLG	1	.044	0.0	.0	0.0	0.0										
			-11.9	1.8	.0	0.0	CO	0.0									
411	KILAGRES	230							0	0 0	1 8			TL			
413	MILAGRES	6	-.001	0.0	.0	25.0	CO	0.0									
			13.4	0.0	.0	-1.0	CO	0.0									
411	NILAGRES	230							C	-7 6	-4 1			TL			
411	CLAGRES	230							0	-20 4	-11 .			TL			
415	1-IG-T1-13.8								C	0 C	0 G 1 .00						
416	1-IG-RL13-T2								0	0 0	14 2 : V00						
418	MLG-T1P-13.8								0	1 5	1 0 c -78						
418	MLG-T1P-13.8								0	1 5	: 0 0 -578						
415	MLG-T1-13.8	0	.001	0.0	.0	0.0	CO	0.0									
			-13.4	0.0	.0	0.0	CO	0.0									
413	MILAGRES	69							c	2 0	G c						
416	MLG-RL13-T2								0	0 0							
417	MLG-T2-13.8								0	0 c	-14 0						
417	MLG-T2-13.8								0	0 c	14 0						
416	MLG-RL13-T2								c	0 c	-13 5						
413	MILAGRES	69							0	-1 5	-1 0						
413	MILAGRES	69							0	-1.5	-c 3						

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 6

AREA NORTE

X DA BARRA		DADOS DA BARRA						X SHUNT		X FLUXOS		X LINHAS				
NM.	TIPO	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK	DC	MVAR/	PARA	BARRA	CIRC	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL
		MD/	W/	W/	W/	W/	W/		EQUIV	NM.	NOME	X-X	MW	MVAR	X	X-X
421		0	1.032	0.0	0.0	0.0	0.0		53.2							
BANABUIU	230	-17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0							
411										MILAGRES	230	0	-44.8	-16.2		
411										MILAGRES	230	0	-44.8	-16.2		
411										MILAGRES	230	0	-67.1	-27.0		
411										MILAGRES	230	0	-67.1	-27.0		
422										CARBOMILL	13.8	0	14.2	7.3		
423										BANABUIU	69	0	4.4	-0.6		
423										BANABUIU	69	0	5.1	-0.7		
431										RUSSAS	230	c	75.0	-33.4		
451										FTZ-FTC		0	41.7	18.1		
452										FORTALEZA	230	0	40.3	21.2		
452										FORTALEZA	230	0	42.0	22.2		
422		0	1.010	0.0	c.0	14.2	0.0		0.0							
CARBOMILL	13.8	-19.3	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0		0.0							
423		0	1.016	0.0	0.0	9.0	0.0		0.0	421	BANABUIU	230	0	-14.2	-7.1	
BANABUIU	69	-17.9	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0		0.0							
421										421	BANABUIU	230	c	-4.4	0.9	0.982
421										421	BANABUIU	230	0	-5.1	1.0	0.982
426										426	BNB-TIPICA		0	0.5	0.0	
426		0	1.016	0.0	0.0	0.5	0.0		c.0							
BNB-TIPICA		-18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		c.0							
431		0	1.045	c.0	c.0	0.0	0.0		0.0	423	BANABUIU	69	0	-0.5	0.0	1.000
RUSSAS	230	-21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0							
421										421	BANABUIU	230	0	-74.4	19.7	
433										433	RUSSAS	69	G	6.0	0.6	1.021
433										433	RUSSAS	69	c	6.0	0.8	1.021
441										441	MOSSORO	230	0	62.4	-21.3	
433		0	1.016	0.0	0.0	12.0	0.0		0.0							
RUSSAS	69	-26.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0		0.0							
431										431	RUSSAS	230	0	-6.0	-0.3	
431										431	RUSSAS	230	c	-6.0	-0.3	
441		0	1.048	0.0	0.0	0.0	0.0		G.0							
MOSSORO	230	-24.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0							
431										431	RUSSAS	230	0	-61.9	10.2	
443										443	MOSSORO	69	0	15.0	7.8	1.033
443										443	MOSSORO	69	0	15.1	7.8	1.033
461										461	AGU 11	230	0	31.8	-25.7	

S
TL
TL

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - VC2-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 6

AREA NORTE

DA BARRA	TIPO	DADOS				BARRA		LINK DC	SHUNT	X	FLUXO		LINHA				
		TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK DC				SHUNT	PARA	BARRA	CIRC	FLUXOS	TA?	DEFAS	TL
NUM.	NOME	MD/	MW/	MW/	MW/	MW/	MW/	MW/	MVAR/	NUM.	NOME	MW	MVAR	X	X	X	X-X
442	MOSSORC	0	1.004	0.0	0.0	30.1	0.0	0.0	0.0								
		69	-25.2	D.0	0.0	5.0	G.0	0.0	0.0								
										441	MOSSORO 230	0	-15. C				-7. 4
										441	MOSSORO 230	0	-15. :				-7. 4
										445	MOSSORO 13-1		0. c				3. 4
										446	MOSSORO 13-2		G.0				0. 0
445		0	0.978	0.0	0.0	0.0	G.0	-9. 6									
		13-1	-25.2	0.0	0.0	0.0	0. c	0.0		443	MOSSORO 69	c	0.0				-3. 6
446		0	1.004	0.0	0.0	0.0	G.0	0.0									
		13-2	-25.2	0.0	0.0	0.0	G.0	0.0		443	MOSSORO 69	0	0.0				0. 0
450		1	0.956	0.0	0.0	0.0	0	c. 0									
CE-FTZ			-20.3	-14. 3	0.0	0.0	0.0	a. 0		452	FORTALEZA230	0	0.0				-14. 3
451		0	0.964	0.0	0.0	0.0	0.0	-9. 3									
FTZ-FIC			-20.3	0.0	0.0	0.0	J. 0	u. 0		421	BANABUIU 230	c	-40. e				-45. 1
452		0	0.958	c. 0	0.0	0.0	0.0	-36. 7		471	D.GOUVEIA230	G	40. 8				35. 3
		1A230	-20.3	0.0	0.0	0.0	j. 0	0. 0									
										421	BANABUIU 230	C	-39. 3				-46. 2
										421	BANABUIU 230	c	-41. 1				-48. 0
										450	CE-FTZ	c	0. 0				14. 3
										453	FORTALEZA 69	G	34. 3				2. 3
										453	FORTALEZA 69	G	35. 5				34. 5
										453	FORTALEZA 69	G	35. 3				34. 6
										453	FORTALEZA 69	G	35. 3				34. 0
										471	D.GOUVEIA230	G	32. C				-78. 3
										481	SOBRAL 230	G	-71. 6				-13. 8
453		0	1.028	0.0	0.0	160.0	0.0	0.0									
FORTALEZA		69	-22.7	0.0	0.0	61.0	0.0	0.0									
										452	FORTALEZA230	G	-34. 3				-30. 3
										452	FORTALEZA230	G	-35. 3				-31. 4
										452	FORTALEZA230	0	-35. 3				-31. 2
										452	FORTALEZA230	0	-35. 3				-31. 3
										454	FTZ-RL13-T3	0	8. 0				10. 1
										456	FTZ-RL13-T4	G	0. 0				5. 2
										473	D.GOUVEIA 69	c	-10. 2				25. 3
										473	D.GOUVEIA 69	c	-9. 2				22. 8
454		0	1.022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
FTZ-RL13-T3			-22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		453	FORTALEZA 69	0	0.0				-10. 1
										455	FTZ1-13.8-T3	c	6.0				10. 1

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA										AREA 6 *		AREA NORIE		FLUXOS			LINHAS		
X DA BARRA	TIPO	TENSÃO	DADOS			BARRA			LINK DC	SHUNT	X	PARA BARRA	BARRA	CIRC	N	MVAR	TAP	DEFAS	TL
			GERACAO	INJ BV	CARGA	INJ	CARGA	LINK											
NUM.	NCME	KV	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MVAR	MVAR		NUM.	NUM.						
455	0	0.986	3 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.7									
FTZ1-13.8-T3		-22.7	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
456	0	1.025	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	454	FTZ-RL13-T3	0	0 c	-9.7				
FTZ-RL13-T4		-22.7	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
457	0	1.006	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.1	453	FORTALEZA 69	0	0 c	-5.2				
FTZ2-13.8-T4		-22.7	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	457	FTZ2-13.8-T4	0	0 c	5.2				
461	0	1.057	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	456	FTZ-RL13-T4	0	0 c	-5.1				
ACU 11 230		-25.4	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
463	0	1.014	0 c	0.0	0.0	22 c	0.0	0.0	0.0	0.0	441	MOSSORO 230	0	-31.6	13.3				
ACU 11 69		-27.6	0 c	0.0	0.0	-5 s	0.0	0.0	0.0	0.0	463	ACU 11 69	0	10.4	-2.3	1.052			
											463	ACU 11 69	0	11.6	-2.3	1.052			
											468	ACU 11 138	0	5.6	-8.3	1.055			
464	0	1.014	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	461	ACU 11 230	0	-10.4	2.8				
ACU 13.8 T-5		-27.6	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	461	ACU 11 230	0	-11.6	2.1				
465	0	1.014	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	464	ACU 13.8 T-5	0	0.3	0.0	1.000			
ACU 13.8 T-4		-27.6	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	465	ACU 13.8 T-4	0	0.0	0.0	1.000			
468	0	1.011	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	463	ACU 11 69	0	0 c	0.0				
ACU 11 138		-26.0	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
471	0	0.962	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	461	ACU 11 230	0	-9.6	8.5				
D.GOUVEIA230		-20.4	0 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	474	S.MAIO 138	0	9.6	-8.5				TL
											451	FIZ-FIC	0	-40.3	-37.3				
											452	FORTALEZA230	0	-12.0	77.0				
											473	D.GOUVEIA 69	0	26.3	-19.3	0.970			
473	0	1.017	0 c	0.0	0.0	33.1	0.0	22.0	0.0	0.0	473	D.GOUVEIA 69	0	26.4	-19.9	0.970			
D.GOUVEIA 69		-22.3	0 c	0.0	0.0	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0									
											453	FORTALEZA 69	0	10.3	-25.1				
											453	FORTALEZA 69	0	9.3	-22.6				
											471	D.GOUVEIA230	0	-26.3	21.2				
											471	D.GOUVEIA230	0	-26.4	21.3				

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 6

AREA NO. TE ***

DADOS - BARRA										FLUXOS - LINHAS			
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK DC	SHUNT	PA?À	BARRA	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL
NM	TIPO	MD/	MW/	MW/	MW/	MW/	MW/	EQUIV	NO...	MW	MVAR		-X-X
X	NO	X	X	X	X	X	X	X	X				
62:		1,041	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
COREMAS	230	-13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
62?		1,000	U.O	0.0	25.0	0.0	0.0		411 MILAGRES 230	-25.0	-7.9		TL
COREMAS	69	-15.3	J.O	0.0	7.0	0.0	0.0		623 COREMAS 69	25.0	7.9	1.031	
624		1,000	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0		621 COREMAS 230	-25.0	-7.0		
COREMAS	13	-15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		624 COREMAS 13	0.0	0.0		
									623 COREMAS 69	0.0	0.0		

TOTAIS DA AREA 6

GERAÇÃO	INJ	EQV	CARG	LINK DC	SHUNT	EXPORT	IMPORT*	*PÉRDAS*
MW	MW	MW	MW	MW	MW/	MW	MW	MW/
HVAK	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	EQUIV	MVAR	MVAR	>MVAR
X	X	X	X	X	X	X	X	X
0.0	0.0	351.5	0.0	-115.0	9.5	368.2	7.2	
-12.5	0.0	96.3	0.0	0.0	16.4	116.5	-123.5	

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-0S/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 7

AREA OESTE ***

X DA BARRA		DADOS				BARRA		LINK DC		SHUNT		FLUXOS					TL
NM.	TIPO	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ. EV	CARGA	LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	NOME	CIRC	MW	MVAR	TAP	DEFAS	TL		
X	NOME	ANG	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	NOME	NOME	CIRC	MW	MVAR	TAP	DEFAS	TL		
481	SOERLAL	0	C.994	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.9									
	230	-11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
433	SOERLAL	0	1.016	0.0	0.0	30.0	0.0	14.2									
	69KV	-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
484	SED RL T1	0	1.016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
485	SED 13.8 T1	0	1.016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
486	SED 13.8 T2	0	1.016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
491	PIRIPIRI	0	0.997	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.9									
	230	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
492	PRI DISJ.69	0	1.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
493	PIRIPIRI	0	0.999	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0									
	69	-2.6	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0									
494	PRI RL T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
495	PRI 13.8 T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
492	PRI DISJ.69	0	1.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
494	PRI RL T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
495	PRI 13.8 T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
492	PRI DISJ.69	0	1.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
494	PRI RL T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
495	PRI 13.8 T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
492	PRI DISJ.69	0	1.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
494	PRI RL T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
495	PRI 13.8 T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
492	PRI DISJ.69	0	1.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
494	PRI RL T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
495	PRI 13.8 T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
492	PRI DISJ.69	0	1.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
494	PRI RL T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
495	PRI 13.8 T1	0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4									
		-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-OS/83
 • CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 7 *

- DADOS - BARRA -										AREA OESTE		FLUXOS - LINHAS			
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ EQV	CARGA	LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	BARRA	PARA BARRA	FLUXOS	TAP	DEPAS	TL		
NM.	MD/	MW/	MW/	MW/	MW/	MVAR/	NM.	NOME	NOME	MW	MVAR	X	X		
TIPO	ANG	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	EQUIV	X	X	X	X	X	X	X		
S14	0	0.974	0 0	G 3	1 3	G 3	3 G								
UBE 13.8 KV		17.6	0 c	3 3	0 :	0 0	3 G								
520	1	1.000	49 0	3 0	0 0	3 C	0 C	513 B.ESPER. 1 69		-1.3	0.0				
UBE-01G1		25.5	- 7	3 C	0 c	0 3	0 C								
S21	1	1.000	49 0	0 0	3 0	3 5	0 G	511 B.ESPER.230		49.0	0.7				
UBE-01G2 13		26.1	1 1	3 3	0 0	0 0	3 0								
522	1	1.000	59 c	0 3	3 0	3 3	3 G	511 B.ESPER.230		49.0	1.1				
UBE-01G3		26.5	1 7	0 0	G 0	3 C	C 0								
571	0	1.050	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	511 B.ESPER.230		59.0	1.7				
S.J.PIAUI230		14.2	: 0	0 C	0 0	0 0	G 0								
572	0	0.952	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	572 SJI FIC		-4.5	1.6	1.102			
SJI FIC		14.2	0 0	0 0	0 0	0 0	3 0	573 S.J.PIAUI69		4.5	1.6	1.000			
573	0	1.055	0 0	0 0	4 5	0 3	0 G	570 S.J.PIAUI500		-4.5	1.7		TL		
S.J.PIAUI69		13.4	0 c	3 3	-1 7	0 0	0 0	571 S.J.PIAUI230		-4.5	1.7				
574	0	0.952	6 0	6 3	0 C	G C	0 G								
SJI RL AIR		14.2	0 c	0 B	0 0	0 0	0 0								
575	0	0.952	6 c	c 0	6 c	0 0	0 G	572 SJI FIC		0.0	0.0				
SJI 13.8 KV		14.2	: c	C 3	0 c	3 0	3 0	575 SJI 13.8 KV		0.0	0.0	1.000			
								574 SJI RL AIR		0.0	0.0				

TOTAIS DA AREA 7

GERAÇÃO	INJ EQV	CARGA	LINK DC	SHUNT	EXPORT	IMPORT	PERDAS
MW/	MW/	MVAR	MW/	MVAR/	MW/	MW/	MW/
MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	EQUIV	MVAR	MVAR	MVAR
157.0	0.0	117.8	0.0	-355.9	522.6	502.1	18.7
3.6	0.0	27.6	0.0	0.0	105.0	191.2	-293.8

INTRODUÇÃO

CEPEJ - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MV * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 8 *

X	DA BARRA	TIPO	TENSÃO	DADOS - BARRA -			- INK DC	SHUNT	PA? . A	BARRA	F L	O S	L I N H A S				
				MOD/	GERAÇÃO	INJ							EQV	CARGA	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL
X	NOME	ANG	MV/	MV/	MV/	MVAR	MVAR/	EQUIV	NR.	NOME	IRC	MV	MVAR	X	X	X	X
533	PERITIRO	230	0	1.040	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
				16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
538	PERITIRO	FIC	0							538	PERITIRO	FIC	0	4.3	-G.9	1.051	
										538	PERITIRO	FIC	G	4.3	-G.9	1.051	
										533	PERITIRO	FIC	0	4.3	-G.9	1.051	
										541	MIRANDA	230	0	-12.9	2.6		
533	PERITIRO	69	0	0.997	0.0	0.0	12.0	0.0	10.1								
				14.2	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0								
533	PERITIRO	FIC	0							533	PERITIRO	FIC	0	-3.8	1.1	1.000	
										53	PERITIRO	FIC	0	-4.1	1.2	1.000	
										53b	PERITIRO	FIC	Q	-4.1	1.2	1.000	
535	PERITIRO	13	0	0.995	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0								
				14.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0								
538	PERITIRO	FIC	0	0.997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
				14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
										538	PERITIRO	FIC	0	-0.3	-G.2	1.000	
										53	PERITIRO	FIC	0	-G.3	-G.2	1.000	
										53c	PERITIRO	FIC	0	-G.3	-0.2	1.000	
										531	PERITIRO	230	0	-4.3	1.0		
										531	PERITIRO	230	C	-4.3	1.0		
										531	PERITIRO	230	0	-4.3	1.0		
										533	PERITIRO	69	G	3.8	-1.1		
										533	PERITIRO	59	0	4.1	-1.2		
										533	PERITIRO	69	0	4.1	-1.2		
										535	PERITIRO	13	G	G.3	G.2		
										535	PERITIRO	13	G	G.3	G.2		
										535	PERITIRO	13	G	G.3	0.2		
541	MIRANDA	230	0	1.032	0.0	0.0	0.0	0.0	-10.7								
				16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
543	MIRANDA	69	0	0.988	C. G	0. C	16. C	3.0	0.0								
				15.6	0. G	C. 0	-5.6	0.0	3.0								
545	MIRANDA	13	0	0.984	0.0	0.0	0.6	3.0	-4.8								
				15.5	0.0	0.0	0.3	G.0	0.0								
548	MIRANDA	FIC	0	0.988	0.0	0.0	0.0	G.0	0.0								
				15.6	G.0	0.0	0.0	G. C	0.0								
										541	MIRANDA	230	0	-16.6	0.4		
										543	MIRANDA	69	G	16. C	-5. C		
										545	MIRANDA	13	G	0.6	5.2		

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
 * CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 8 *

X DA BARRA		DADOS DE GERAÇÃO				BARRA				LINK DC		SHUNT		FLUXOS - LINHAS									
NIM.	TIPO	TENSÃO (KV)	GERAÇÃO (MW)	INJ (MW)	EQV (MW)	CARGA (MW)	LINK (MW)	DC	SHUNT (MW)	EQUIV	PARA BARRA	BARRA	NOME	CIRC	FLUXOS (MW)	MVAR	TAP	DEFAS	TL	TL			
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
550	0	1.046	G G	G G	G G	G c			-367.4														
S.LUISII	500	21.3	G C	O C	O O	G c			O C														
551	S	LUISII	230	0	376.1										37.5	1.020				TL			
552	0	1.026	G G	3 G	5 3	G c			O G														
PERIZES230		18.1	G C	G C	S 2	O G			G O														
551	S	LUISII	230	0	376.1										37.5	1.020				TL			
580	B	DUIRA	500	0	-340.6										-200.4					TL			
580	P	DUIRA	500	0	-411.5										-242.6					TL			
541	MIRANDA	230	c	23.7	-20.5																		
551	S	LUISII	230	c	-38.0	15.6														TL			
556	0	1.022	G C	G O	G G	G C			G G														
UTS-01G1		18.9	G O	G O	G O	O O			G O														
551	S	LUISII	230	c	0.0	0.0														TL			
557	1	1.008	0 0	0 0	0 0	0 0			0 0														
UTS-01G2		18.9	-8.5	G O	G O	O O			0 0														
551	S	LUISII	230	c	0.0	-8.5			0 0											TL			
561	0	1.020	G O	O c	G O	O c			O G														
S.LUISI	230	18.7	0 0	G O	G O	O O			0 0											TL			
551	s	LUISII	230	0	-23.0	-10.9														TL			
551	s	LUISII	230	c	-23.0	-10.9														TL			
563	s	LUIS	69	0	16.0	8.6									1.003								
563	s	LUIS	69	0	16.0	8.6									1.003								
568	s	LUIS	FIC	0	7.0	2.3									1.013								
568	s	LUIS	FIC	0	7.0	2.3									1.013								
563	0	1.006	0.0	0.0	32.0	0.0			0.0														
S.LUIS	69	17.6	0.0	0.0	16.4	0.0			0.0														
561	s	LUISI	230	c	-16.0	-8.2																	
561	s	LUISI	230	0	-16.0	-8.2																	
565	0	0.996	0.0	0.0	14.0	0.0			3.6														
S.LUIS	13	16.9	0.0	0.0	7.7	0.0			0.0														
568	S	LUIS	FIC	c	-7.0	-2.1																	
568	S	LUIS	FIC	0	-7.0	-2.1																	
561	s	LUISI	230	0	-7.0	-2.1																	
561	s	LUISI	230	c	-7.0	-2.1																	
565	s	LUIS	13	c	7.0	2.1									1.000								
565	s	LUIS	13	c	7.0	2.1									1.000								

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
 * CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

TOTAIS DA AREA 8

GERAÇÃO MW M/R	INJ MW M/R	EQV MW M/R	CARGA MW M/R	LINK DC MW M/R	SHUNT MW EQUIV	EXPORT MW M/R	IMPORT MW M/R	PERDAS MW M/R
0.0	0.0	0.0	83.8	0.0	-369.1	752.1	836.1	0.2
-8.3	0.0	0.0	31.1	0.0	0.0	59.9	473.3	4.6

CEPEL - INSTITUTO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 9

DA BARRA		TENSÃO		GERAÇÃO		INJEÇÃO		CARGA		LINK DC	SHUNT	PARA BARRA		FLUXOS		LINHAS			
NÚM.	TIPO	MV	MVA	MW	MVA	MW	MVA	MW	MVA		MVA/EQUIV	NÚM.	NOME	CIRC	MW	MVA	TAP	DEFAS	TL
580	0	1.057	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	-1002.6											
P.DUIRA	500	28.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0											
												510	B.ESPER.	500	0	497.6	-103.3		
												550	S.LUISII	500	0	343.7	-193.7		
												550	S.LUISII	500	0	414.6	-221.6		
												588	PDD-FIC-TRAF	0	0	5.6	-10.4	1.100	
												590	IMPERATR.	500	3	-571.0	-222.5		
												590	IMPERATR.	500	3	-590.4	-271.6		
581	0	0.990	0.0	0.3	3.3	0.0	0.0	0.0											
P.DUIRA	230	27.9	3.3	0.3	3.3	0.0	0.0	0.0											
												582	PDD-FIC-CS12	0	0.0	10.5	1.054		
												583	P.DUIRA 69	0	5.5	3.0			
												588	PDD-FIC-TRAF	0	-5.5	-10.5	1.033		
582	0	0.939	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0											
PDD-FIC-CS12	27.9	0.0	3.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0				581	P.DUIRA 230	0	0.0	-10.5			
												586	P.DUIRA-CS01	0	0.0	5.3			
												587	P.DUIRA-CS02	0	0.0	5.2			
583	0	1.003	0.0	3.0	5.5	0.0	0.0	0.0											
P.DUIRA 69	26.4	3.0	3.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0				581	P.DUIRA 230	0	-5.5	0.1	1.014		
585	0	0.958	3.0	3.0	3.3	0.0	0.0	0.0											
P.DUIRA 13.8	27.9	0.3	3.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0				588	PDD-FIC-TRAF	0	0.0	0.3			
586	1	0.935	3.0	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0											
P.DUIRA-CS01	27.9	-5.2	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0				582	PDD-FIC-CS12	0	0.0	-5.2			
587	1	0.935	3.0	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0											
P.DUIRA-CS02	27.9	-5.2	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				582	PDD-FIC-CS12	0	0.0	-5.2			
588	0	0.958	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0											
PDD-FIC-TRAF	27.9	0.0	3.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0				580	P.DUIRA 500	0	-5.5	-10.4			
												581	P.DUIRA 230	0	5.5	10.5			
												585	P.DUIRA 13.8	0	0.0	0.0			
590	0	1.081	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-617.8											
IMPERATR. 500	41.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				580	P.DUIRA 500	0	581.8	-219.2			
												580	P.DUIRA 500	0	700.9	-246.3			
												591	IMPERATR. 230	0	19.0	-9.6	1.045		
												1400	MARABA 500	0	-584.0	-60.8			
												1400	MARABA 500	3	-717.7	-81.9			

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

• CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA - ÁREA 9

DADOS DA BARRA								FLUXOS LINHAS			
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJEÇÃO	CARGA	LINK	SHUNT	PARA BARRA	FLUXOS			
NUM. NOME	TIPO	MD/	MVAR	MVAR	MVA?	MVAR/	NUM. NOME	CIRC	MW	MVAR	TAP DEFAS TL
591	0	1.035	0.0	0.0	0.3	0.0	590 IMPERATR.500	C	-19.3	9.6	
IMPERATR.230	41.8	0.0	0.0	0.3	0.0	592 IPZ-FIC-CS12	0	0.3	-0.1	1.054	
							593 IMPERATRIZ69	0	19.0	1.3	0.040
							594 IPZ-FIC-CS34	G	0.3	-11.3	1.054
592	0	0.982	0.0	0.0	0.0	3.0	591 IMPERATR.230	0	0.0	3.0	
IPZ-FIC-CS12	41.8	0.0	0.0	3.0	3.0	0.0	596 IMPERAT-CS01	0	3.3	3.0	
							597 IMPERAT-CS02	0	3.3	3.0	
593	0	0.994	0.0	0.0	19.0	0.0	591 IMPERATR.230	0	-19.0	-1.6	
IMPERATRIZ69	41.1	0.0	0.0	5.0	1.6	0.0	591 IMPERATR.230	0	3.0	11.3	
594	0	0.982	0.0	0.0	0.0	0.0	598 IMPERAT-CS03	0	0.0	-11.3	
IPZ-FIC-CS34	41.8	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	592 IPZ-FIC-CS12	c	3.0	3.0	
596	0	0.982	0.0	0.0	0.0	3.0	592 IPZ-FIC-CS12	0	3.0	3.0	
IMPERAT-CS01	41.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	594 IPZ-FIC-CS34	0	3.0	11.4	
597	0	0.982	0.0	0.0	0.0	0.3	590 IMPERATR.500	0	589.5	-140.4	
IMPERAT-CS02	41.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	590 IMPERATR.500	0	723.2	-157.9	
598	1	0.990	0.0	0.0	0.0	3.3	1408 MARABA FIC	0	33.8	-8.8	1.100
IMPERAT-CS03	41.8	11.4	0.3	0.0	0.0	3.0	1410 TUCURUI 500	0	-604.5	-136.1	
1400	0	1.082	0.0	0.0	3.0	3.0	1410 TUCURUI 500	0	-741.9	-173.9	
MARABÁ	500	48.7	0.0	0.0	0.0	3.3	1402 MARABAFICIX	0	5.4	-4.4	1.000
							1402 MARABAFICIX	0	6.4	-4.4	1.000
							1405 MARABA CS	G	0.0	0.0	1.050
							1408 MARABA FIC	0	-33.8	9.2	1.006
							1409 CVRD 230 KV	e	17.0	-0.3	
1401	0	0.993	0.0	3.0	0.0	3.0					
MARABÁ	230	48.1	0.0	0.0	0.0	3.3					

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 9

X DA BARRA NUM.	TIPO	DADOS			- BARRA -			SHUNT MVAR/ EQUIV	X- PARA BARRA NUM.	NCME	CIRC	FLUXOS		LINHAS					
		TENSÃO MVD/ ANG	GERAÇÃO MW/ MVAR	INJEÇÃO MW/ MVAR	CARGA MW/ MVAR	LINK DC MW/ MVAR	FLUXO MW					FLUXO MVAR	TAP	DEFAS	TL				
1402	0	1.010	0.3	0.0	0.3	5.0	0.0												
MARABAFICALX		46.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.8												
								1401	MARABÁ	230	0	-8.4	4.7						
								1401	MARABÁ	230	8	-8.4	4.7						
								1403	MARABÁ	69	8	8.3	-4.7						
								1403	MARABÁ	69	0	8.3	-4.7						
								1404	MARABÁ	13AUX	8	D.G	8.8						
								1404	MARABÁ	13AUX	6	0.8	0.8						
1403	0	1.009	0.0	0.0	16.7	0.8	0.0												
MARABÁ	69	46.3	0.3	0.0	-9.5	0.8	3.8												
								1402	MARABAFICALX		8	-8.3	4.7						
								1402	MARABAFICALX		8	-8.3	4.7						
1404	0	1.010	D.0	0.0	0.1	0.8	0.8												
MARABÁ 13AUX		46.3	0.0	0.0	0.0	0.3	3.8												
								1402	MARABAFICALX		8	0.8	3.0						
								1402	MARABAFICALX		8	0.8	0.8						
1405	0	0.945	3.0	0.0	0.0	0.8	0.8												
MARABÁ	CS	48.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0												
1406	0	1.060	3.0	0.0	3.0	0.8	0.8		1401	MARABÁ	230	8	0.0	0.0					
MARABÁ	13.8	47.9	0.3	0.0	0.3	8.3	3.8												
1408	0	0.987	3.3	0.0	0.8	0.8	8.3		1408	MARABÁ	FIC	8	0.8	8.0	1.073				
MARABÁ	FIC	47.9	3.3	0.0	3.8	0.8	3.3												
								1400	MARABÁ	500	3	-33.8	9.3						
								1401	MARABÁ	230	8	33.3	-9.3						
								1406	MARABÁ	13.8	8	0.8	0.8						
1409	0	0.962	3.0	0.0	16.6	0.0	-18.5												
CVRD 230 KV		46.7	0.8	0.0	10.1	0.3	0.8		1401	MARABÁ	230	3	-16.8	-28.6					

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * IREA 9

X DA BARRA NM.	TIPO	DADOS - B			R R A * CARGA MW	LINK DC MW	SHUNT MVAR?	X- PARA BARRA NUM.	FLUXOS CIRC	LINHAS					
		TENSÃO KV	GERAÇÃO MW	INJEÇÃO MW						FLUXOS MW	MVAR	TAP	DEFAS	TL	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1410	0	1.098	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
TUCURUI	800	57.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
								1400	MPV/A	500	8	611	5	-112	6
								1400	MPV/A	500	8	748	9	-122	3
								1418	TUCU.VUI	FIC	8	25	2	24	2
								1419	UHE-01		8	-307	3	41	8
								1420	UHE-G2		8	-307	3	41	8
								1421	UHE-G2		8	-307	3	41	8
								1422	UHE-C2		8	-307	3	41	8
								1423	UHE-C 3		8	-307	3	41	8
								1424	UHE-03		8	-307	3	41	8
								1425	UHE-1		8	-307	3	41	8
								1426	UHE-C		8	0	8	26	3
								1427	UHE-3		8	0	3	3	3
								1428	UHE-C 1		8	0	0	3	1
								1429	UHE-C 1		8	0	0	3	1
								1430	V.CCNL	500	8	763	4	-107	4
1411	1	1.020	20	0	0	3	0	0							
GAL TUC		58.3	0	8	0	0	0	0							
1412	1	1.020	20	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
GA2 TUC		58.3	0	8	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1413	0	1.019	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUCURUI	69	55.6	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
								1411	GAL TUC		8	-20	0	3	1
								1412	GA2 TC2		8	-20	0	2	1
								1414	TUCURUI 13AUX		8	5	8	2	2
								1416	TUCURUI 230		8	55	2	18	3
								1417	TUC-2	13.8	8	5	2	18	3
								1418	TUCURUI FIC		8	-25	2	-22	B
1414	0	0.998	0	0	0	8	5	3	3	C	0	0	0	0	0
TUCURUI13AUX		54.8	3	0	3	8	2	1	0	8	0	0	0	0	0
1415	0	1.019	0	0	0	3	8	3	3	0	0	0	0	0	0
TUCURUI 13.8		55.6	3	0	3	8	U	8	8	f	0	0	0	0	0
1416	-1	1.002	3	0	3	C	55	2	0	8	0	0	0	0	0
TUCURUI 230		51.8	3	0	3	8	13	8	8	0	0	0	0	0	0
1417	0	0.998	3	0	3	8	5	c	0	0	0	0	0	0	0
TUC-2 13.8		54.8	3	0	3	8	2	1	3	0	0	0	0	0	0
								1413	TUCURUI	6^	8	-5	8	-2	1

K

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
 " CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA AREA 9

X- DA BARRA NM.	TIPO	DADOS - BA R R A				LINK DC	SHUNT MVAR/ EQUIV	PARA BARRA NM.	NOME	CIRC	FLUXOS			TAP	DEFAS TL
		TENSAO KV	GERACAO MW	INJ BOV MW	CARGA MW						FLUXOS MW	MVAR	DEFAS TL		
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1418 TUCURUI	0 FIC	1,019 55.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
								1410 TUCURUI	500	0	-25.2	-22.9			
								1413 TUCURUI	69	0	25.2	22.7			
								1415 TUCURUI	13.8	0	0.0	0.0			
1419 UHE-G1		1,013 63.0	307.0 -10.1	0.0	0.0	0.0	0.0								
1420 UHE-G2		1,013 63.0	307.0 -10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	307.0	-10.1			
1421 UHE-G3		1,013 63.0	307.0 -10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	307.0	-10.1			
1422 UHE-G4		1,013 63.0	307.0 -10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	307.0	-10.1			
1423 UHE-G5		1,013 63.0	307.0 -10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	307.0	-10.1			
1424 UHE-G6		1,013 63.0	307.0 -10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	307.0	-10.1			
1425 UHE-G7		1,013 63.0	307.0 -10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	c	307.0	-10.1			
1426 UHE-G8		1,013 57.2	0.0 -25.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	0.0	-25.8			
1427 UHE-G9		1,022 57.2	0.0 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	0.0	0.0			
1428 UHE-G10		1,022 57.2	0.0 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	0.0	0.0			
1429 UHE-G11		1,022 57.2	0.0 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1410 TUCURUI	500	0	0.0	0.0			
1430 V.CONDE	0 500	1,059 41.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
								1410 TUCURUI	500	C	-747.3	-176.2			
								1438 V.CONDE	FIC	c	373.7	-1.7	100		
								1439 FICVOT2	FIC	0	373.7	-1.7	100		

CEP EL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA AREA 9

DA BARRA NIM.	TIPO	DADOS				BA EQV	CARGA MW/ MVAR	LINK DC HW/ MVAR	SHUNT MVAR/ EQUIV	FLUXOS - LINHA				TA? X	DEFAS X	TL X-X
		TENSÃO MD/ AN	GERAÇÃO HW/ MVAR	IXV	MVAR					PARA NIM.	BARRA NOME	CIRC	FLUXOS MW MVAR			
1433	V.CONDE	0	1.018	0.0	0.0	9.4	CO	0.0								
		6	37.1	0.0	J.O	2.6	CO	0.0	1431	V.CONDE	230	c	-9.4	-2.6		TL
1435	V.CONDE	2	0.970	0.0	CO	0.0	1.0	0.0								
		CS	38.0	-6.7	0.0	0.0	J.O	0.0	1431	V.CONDE	230	c	G.0	-6.7		TL
1436	V.CONDE	0	1.036	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
		13.5	37.5	0.0	0.0	0.0	CO	0.0	1438	V.CONDE	FIC	c	G.0	0.0		
									1439	FICVCOT2		c	0.0	G.0		
1437	V.CONDE-CS2	0	0.974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
			38.0	0.0	0.0	0.0	L.O	CO	1431	V.CONDE	230	0	G.0	0.0		TL
1438	V.CONDE	0	0.966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
			37.5	0.0	J.O	0.0	CO	0.0	1430	V.CONDE	500	0	-373.7	28.0		TL
									1431	V.CONDE	230	c	173.7	-28.1		
									1436	V.CONDE	13.8	0	0.0	0.0		
1439	FICVCOT2	0	0.966	0.0	J.O	0.0	CO	0.0								
			37.5	0.0	J.O	0.0	CO	0.0	1430	V.CONDE	500	c	-373.7	28.0		TL
									1431	V.CONDE	230	c	373.7	-28.1		
									1436	V.CONDE	13.8	c	0.0	0.0		
1441	GURMA 230	0	1.017	0.0	CO	0.0	CO	0.0								
			36.7	0.0	J.O	0.0	CO	0.0	1431	V.CONDE	230	0	-75.1	-11.6		TL
									1431	V.CONDE	230	0	-75.2	-11.6		
									1442	GURMA 69 KV	G	60.0	16.4			
									1451	UTINGA 230	0	45.2	3.0			
									1451	UTINGA 230	c	45.2	3.0			
1442	GURMA 69 KV	0	1.007	0.0	3.0	60.0	0.0	0.0								
			35.1	0.0	J.O	14.7	0.0	0.0	1441	GURMA 230	G	-60.0	-14.7			
1451	UTINGA 230	0	1.016	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0								
			36.3	0.0	J.O	0.0	0.0	0.0	1441	GURMA 230	0	-45.2	-8.2			
									1441	GURMA 230	0	-45.2	-8.2			
									1452	UTINGA69 KV	0	90.5	16.0			
1452	UTINGA69 KV	0	1.014	0.0	0.0	90.3	0.0	CO								
			34.0	0.0	0.0	12.7	0.0	0.0	1451	UTINGA 230	0	-90.3	-12.7			

0

CEP EL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
- CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
CASO BASE

TOTAIS DA AREA 9

GERAÇÃO MW MZR	INJ MW MZR	BCV MW MZR	CARGA MW MZR	LINK DC MW MZR	SHUNT MW MZR? EQUIV	EXPORT MW MZR	IMPORT MW MZR	PERDAS MW MZR
2189.0	0.0	0.0	283.0	0.0	-2435.5	1997.0	159.8	68.8
-100.9	0.0	0.0	50.1	0.0	0.0	443.0	192.4	-2837.2

INTRODUÇÃO

O estudo de novas técnicas na avaliação da segurança de sistemas elétricos de potência tem merecido uma atenção muito grande em anos recentes, devido o aumento contínuo na complexidade da operação dos sistemas interligados e com advento de uma filosofia de supervisão e controle em tempo real, necessitando de informações cada vez mais rápidas, diretas e precisas, que sirvam de insumo para tomada de decisões dos operadores de sistemas.

Este trabalho pretende estudar a viabilidade da aplicação da técnica de Reconhecimento de Padrões na avaliação da segurança utilizando como modelo o sistema CHESF, propondo uma forma alternativa de análise, compatível com os programas de análise de segurança em tempo real implantados na empresa e que compõem o seu Sistema de Gerenciamento de Energia.

No Capítulo 1 são apresentadas as funções dos sistemas de Gerenciamento de Energia EMS (ENERGY MANAGEMENT SYSTEM), conceitos de segurança baseados em estados de operações de sistemas, o EMS da CHESF, destacando suas funções de segurança e finalmente as novas metodologias utilizadas para melhoria de desempenho dos centros de controles modernos, sugerindo a técnica de Reconhecimento de Padrões como uma proposta alternativa na avaliação de sistemas de potência em tempo real.

No Capítulo 2 são apresentados os conceitos, metodologia e algoritmos utilizados na técnica de Reconhecimento de Padrões.

No Capítulo 3 são tratados os conceitos, métodos e ferramentas utilizadas na elaboração da base de conhecimento (conjunto de treinamento) representativa do sistema e da definição do vetor padrão de características. Através dos resultados das simulações com vários padrões representativos do sistema, é feita a identificação daqueles padrões considerados SEGUROS e INSEGUROS.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos da utilização dos algoritmos mencionados no capítulo 2 para reduzir a dimensão do vetor padrão de características e a construção da Função Discriminante de Fisher, através da qual se obterá a informação sobre o estado de segurança do sistema. E apresentado também os índices de desempenho obtidos da classificação de uma nova base de conhecimento gerada a partir da base de conhecimento inicial.

Finalmente, o Capítulo 5 trata das conclusões finais sobre os resultados obtidos com o emprego da técnica de Reconhecimento de Padrões na avaliação da segurança do sistema em estudo. E sugerido um meio de se implementar esta aplicação em um centro de controle em tempo-real melhorando o desempenho na avaliação da Segurança do sistema e em última análise, sugestões para o desenvolvimento de estudos posteriores.

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - VC2-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MV * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 11 *

DADOS DA BARRA										FLUXO		LINHA	
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	FLUXO	DEFAS	TL	TL	TL
NM.	TIPO	MD/	M/	M/	M/	M/AR	M/AR/	RIM	MW	MVAR	"AP	DEFAS	TL
X	NGE	ANG	X	M/AS	X	M/AR	X	EQULV	X	X	X	X	X
551		0 1.022		0.0	0.0	668.0	CO	281.9					
S.LUISII	230	18.9		0.0	0.0	323.0	0.0	0.0					
									550 CLUISII 500	-376.1	22.2		TL
									550 5.LUISII 500	-376.1	22.2		TL
									552 FERIZES23C	38.1	21.3		TL
									556 TIS-01G1	0.0	0.0	1.000	TL
									557 VIS-31G2	0.0	8.6	1.000	TL
									561 L.LUISI 230	23.0	8.0		TL
									561 2.LUISI 230	23.0	8.0		TL
1431		0 1.023		0.0	0.0	587.0	CO	44C5					
V.CONDE	230	38.0		0.0	J.O	379.0	J.O	0.0					
									1433 FONDE 69	9.4	2.7		TL
									1435 V.LONDE CS	0.0	6.7	1.050	TL
									1437 V.CONDE CS2	0.0	0.0	1.050	TL
									1438 V.CONDE FIC	-373.7	25.0	1.060	TL
									1439 FICVCO2	-373.7	25.0	1.060	TL
									1441 GUWA 230	75.4	1.1		TL
									1441 GUWA 230	75.4	1.1		TL

TOTAIS DA AREA 11

GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK DC	SHUNT	EX"ORT	IMPORT	PERDAS
MW	MW	MW	MW	MW	MVAR/	KVAR	MW	MW
MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	EQV	EQULV		MVAR	MVAR
0.0	0.0	0.0	1255.0	0.0	722.5	243.8	1499.4	0.7
0.0	0.0	0.0	702.0	0.0	0.0	119.4	59.9	-38.9

***** EQUIVALENTE AREA -- *****

CASO BASE

DADOS DE AREA A SER ELIMINADA

```
X- x-----X
AREA IDENTIFICAÇÃO
NUM. DA AREA
X - x-----X
3 *** SUDOESTE DA BAHIA ***
4 *** AREA SUL ***
6 *** AREA NORTE ***
7 *** AREA OESTE ***
8
9
11
```

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - VC2-05/83
***** EQUIVALENTE AREA -- *****-*

CASC BASE

RELAT. . AIO DE CONVERGÊNCIA

OPCOES ATIVADAS: MATH MAIL

CONVERGÊNCIA FINAL

ITERAÇÃO	ERRO MAX	ERRR	ERRO MAX	ERRRA	ERRO MAX	CONV			
P	Q	V	HW	NP.	MZR	NM.	TENSAO	Z	NM.
0	o	c	o	0.00	c	0.00	o	0.000	o
				0.00	1312	0.00	1311		

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
EQUIVALENTE AREA

CASO BASE

DADOS DE BARRA AC DO SISTEMA EQUIVALENTE • AREA 5 *

*** AREA LESTE ***

NUM.	BARRA NOME	TP	BARRA CONT	TENSÃO			GER MW			GER MVAR			CARGA		SHUNT		INJEÇÃO EQUIV	
				MD	ANG	MIN	ATUAL	MAX	MIN	ATUAL	MAX	MW	MVAR	MVAR	EQUIV	MW	FTYAR	
401	B. HOME	230	0	0	1.037	-8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	-17.6	2.6
41*	M ^o AGRES	230	0	0	1.043	-11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-54.4	-1339.7	-284.2	1470.3
474	S. MATOS	138	0	0	1.016	-26.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-29.3	-37.3	33.8
570	S1 ^o PIAUISO	0	0	0	1.047	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-224.8	-324.6	497.6	423.0
701	DANTAS	230	0	0	1.016	-6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-75.9	129.8	88.0
711	T. ARRAT. ANAZO	230	0	0	0.981	-9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.8	-195.3	-20.7
740	CLINDINA	500	0	0	1.011	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-321.5	-566.2	-855.8	736.4
1311	JUAZEIRO	230	0	0	0.982	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.9	-99.3	-15.6

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-OS/83

***** EQUIVALENTE AREA *****

CASO BASE

DADOS DE CIRCUITO AC DO SISTEMA EQUIVALENTE!

DA BARRA	P/ BARRA	CIRC	RESIST (X)	REACTAN (X)	SUSCE7 (MVAR)	ESPEC	TAP MIN	TAP MAX	ANG DEEAS	BARRA COMI.	CAPA: (MVA-
711	740	0	4.90	30.98	0.000	0.000	c..000	0.000	0.0		8 9999.0
701	711	0	2.31	100.46	0.000	0.000	3.000	8.000	0.0		0 9999.0
701	740	c	9.87	56.25	0.000	0.000	0.000	3.000	0.0		8 9999.0
411	474	g	14.58	84.92	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0		0 9999.0
401	411	0	1.55	8.24	14.220	0.000	0.000	8.000	0.0		0 9999.0
401	411	c	1.55	8.24	14.220	0.000	0.000	8.000	0.0		0 9999.0

APÊNDICE -A.3.1-b

Solução do Fluxo de Potência para o Sistema Reduzido Estudado

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* * * FLUXO DE POTENCIA APOS EQUIVALENTE * * *

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5 *

AREA LESTE

DADOS DA BARRA										LINK DC		SHUNT		FLUXOS		LINHAS		
NUM.	TIPO	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK	DC	SHUNT	PARA	BARRA	CIRC	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL		
NUM.	NOME	MD/	MW/	MVAR	MVAR	MW/	MVAR	MVAR/	EQUIV	NUM.	NOME		MW	MVAR	X	X-X		
1	P.AFONSO	500	1.054	1537	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
			0.0	-406	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
										3	PAF 230 BP-1	0	386.6	-73.0				
										4	PAF 230 BP-2	0	485.0	-83.3				
										50	ITAPARICA500	0	-408.9	-54.8				
										100	ANGELIM	0	-499.0	-147.2				
										740	OLINDINA	0	575.3	-48.5				
3	PAF 230 BP-1		1.015	403	0.0	0.0	CO	0.0	0.0									
			-2.8	-102	CO	0.0	0.0	0.0	0.0									
										1	P.AFONSO	500	-386.6	92.7	0.953			
										101	ANGELIM	230	116.3	-6.6				
										101	ANGELIM	230	121.0	-7.8				
										401	B.NOME	230	92.0	-39.9				
										401	B.NOME	230	92.0	-39.8				
										411	MILAGRES	230	158.4	-55.7				
										701	C.DANTAS	230	84.9	-33.9				
										711	ITABAIANA230	0	125.1	-11.5				
4	PAF 230 BP-2		1.017	210.	0.0	0.0	CO	0.0	0.0									
			-3.5	-28.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
										1	P.AFONSO	500	-485.0	114.1	0.953			
										101	ANGELIM	230	116.3	-7.3				
										101	ANGELIM	230	149.6	0.6				
										401	B.NOME	230	84.7	-38.4				
										411	MILAGRES	230	150.8	-55.5				
										701	C.DANTAS	230	76.0	-31.8				
										711	ITABAIANA230	0	117.6	-10.2				
50	ITAPARICA500		1.057	900.	0.0	CO	0.0	-335.2	0.0									
			1.0	-280.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
										1	P.AFONSO	500	409.5	10.2				
										100	ANGELIM	500	511.7	-169.8				
										740	OLINDINA	500	560.3	-89.6				
										1300	SOBRAD.	500	-304.0	-170.2				
										1300	SOBRAD.	500	-277.4	-195.7				
100	ANGELIM		0	1.049	0.0	0.0	0.0	-330.1	0.0									
			500	-7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
										1	P.AFONSO	500	-494.1	-105.0				
										50	ITAPARICA500	0	-504.4	-119.8				
										140	RECIFEII	500	501.8	-59.0				
										140	RECIFEII	500	496.6	-46.3				

OCÍ D EU!
è MI.FOta-

*** FLUXO DE POTENCIA APOS EQUIVALENTE ***

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA • AREA 5

AREA LESTE													
DADOS DA BARRA							FLUXOS			LINHAS			
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJEÇÃO	CARGA	LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	IR	FLUXO	TAP	DEFAS	IL	
NM.	MD/	MW/	MW/	MW/	MW/	MVAR/	NUM.	NO	MW	MVAR	X	X-X	
NOME	ANG	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	EQUIV			X	X	X	X-X	
101	0	0.974	0.0	0.0	0.0	0.0							
ANGELIM	230	-17.4	0.0	0.0	0.0	0.0							
							3	PAF 230 BP-1	0	-111	0	-0	S
							3	PAF 230 BP-1	0	-115	9	0	c
							4	PAF 230 BP-2	0	-111	1	-3	2
							4	PAF 230 BP-2	c	-145	2	-13	4
							103	ANGELIM 69	0	16	0	7	0 930
							103	ANGELIM 69	c	16	0	7	0 930
							111	R.LARGO 230	0	113	6	52	9
							111	R.LARGO 230	0	108	3	51	1
							121	TACAIMBO 230	0	105	3	-16	0
							141	RCD 230 BP-1	c	-27	3	-38	4
							142	RCD 230 BP-2	0	-23	3	-38	5
							222	C.GRANDE 230	0	73		-29	5
103	0	1.000	0.0	0.0	48.0	0.0							
ANGELIM	69	-23.8	0.0	0.0	16.9	0.0							
							101	ANGELIM 230	0	-16	1	-5	7
							101	ANGELIM 230	0	-16	0	-5	6
							101	ANGELIM 230	0	-16	0	-5	0
111	0	0.908	0.0	0.0	172.0	0.0							
R.LARGO	230	-22.9	0.0	0.0	99.9	0.0							
							101	ANGELIM 230	0	-110	7	-52	2
							101	ANGELIM 230	0	-110	7	-52	2
							101	ANGELIM 230	0	-105	6	-50	7
							113	R.LARGO 69	0	50	3	17	0 854
							113	R.LARGO 69	0	52	1	18	0 854
							113	R.LARGO 69	0	52	1	18	0 854
113	0	1.042	0.0	0.0	155.0	0.0	45.2						
R.LARGO	69	-26.4	0.0	0.0	90.0	0.0	0.0						
							111	R.LARGO 230	c	-50	3	-14	5
							111	R.LARGO 230	0	-52	1	-15	1
							111	R.LARGO 230	0	-52	b	-15	2
121	0	0.971	0.0	0.0	46.0	0.0							
TACAIMBO	230	-21.3	0.0	0.0	18.6	0.0							
							101	ANGELIM 230	c	-103	9	13	0
							222	C.GRANDE 230	c	57	9	-31	6

*** FLUXO DE POTENCIA APOS EQUIVALENTE ***

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5										AREA LESTE										
X DA BARRA NUM.	TIPO	DADOS		BA INJEV	R R A	CARGA MW MVAR	LINK DC MW MVAR	SHUNT MVAR/ EQUIV	PARA BARRA NUM.	BARRA NOME	CIRC Nº	FLUXOS		LINHAS				-X		
		TENSAO KV	GERACAO MW									FLUXO MW	FLUXO MVAR	TAP	DEFAS	TL	X-X			
131	0	1,017	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0													
PIRAPAMA	230	-16,4	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0													
									133	PIRAPAMA	69	C	41,9	9,1	0,989					
									133	PIRAPAMA	69	G	39,7	8,6	0,989					
									133	PIRAPAMA	69	C	41,4	9,0	0,989					
									141	ROD 230	BP-1	C	-85,0	-22,1						
									142	ROD 230	BP-2	0	-51,0	-12,5						
133	0	1,019	0,0	0,0	123,0	0,0	21,2													
PIRAPAMA	69	-15,3	C.C	0,0	41,3	0,0	0,0													
									131	PIRAPAMA	230	c	-41,9	-6,9						
									131	PIRAPAMA	230	0	-39,7	-6,5						
									131	PIRAPAMA	230	c	-41,4	-0,5						
140	0	1-031	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0													
RECIFEII	500	-12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0													
									100	ANGELIM	500	0	-496,7	-130,2						
									100	ANGELIM	500	c	-492,7	-140,9						
									141	ROD 230	BP-1	0	309,7	78,6						
									141	ROD 230	BP-1	0	309,7	78,6						
									142	ROD 230	BP-2	0	370,0	114,0						
141	1	1,027	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0													
ROD 230	BP-1	-15,2	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0													
									101	ANGELIM	230	0	27,7	12,9						
									101	ANGELIM	230	0	29,2	12,9						
									131	PIRAPAMA	230	0	85,4	18,9						
									140	RECIFEII	500	0	-309,7	-65,1	1					
									140	RECIFEII	500	0	-309,7	-65,1	1					
									152	BONJI	230	c	116,7	40,6						
									152	BONJI	230	0	122,3	41,4						
									191	MIRUEIRA	230	0	85,2	26,0						
									201	GOLANINHA	230	c	152,9	30,1						
142	0	1,023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0													
ROD 230	BP-2	-15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0													
									101	ANGELIM	230	G	23,7	10,9						
									131	PIRAPAMA	230	0	51,2	8,0						
									140	RECIFEII	500	0	-370,0	-94,1						
									152	BONJI	230	0	50,5	19,0						
									191	MIRUEIRA	230	0	94,0	16,0						
									191	MIRUEIRA	230	0	51,6	15,7						
									201	GOLANINHA	230	0	138,8	24,6						

*** FLUXO DE POTENCIA APOS EQUIVALENTE ***

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5 *

AREA LESTE

X	DA BARRA	TIPO	DADOS - BARRA -				LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	FLUXOS	LINHAS			
			TENSÃO	GERAÇÃO	INJ EQV	CARGA					PARA BARRA	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL
X	NOME	TIPO	MD/	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	NOME	CIRC	MW	MVAR	X	X	X-X
	152	BONJI	230	0	1.019	0.0	0.0	71.0	0.0	0.0				
				-16.0				43.9	0.0	0.0				
	156	BONJI	69	0	1.013	0.0	0.0	218.0	0.0	21.0				
				-21.4				59.2	0.0	0.0				
	191	MIRUEIRA	230	0	1.014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				-16.5				0.0	0.0	0.0				
	193	MIRUEIRA	69	0	1.014	0.0	0.0	190.0	0.0	41.7				
				-21.4				94.1	0.0	0.0				
	201	GOIANINHA230	230	0	0.989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				-20.7				C.C	CO	U.O				
	202	GNNRL1	230	0	1.014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
				-23.6				0.0	0.0	0.0				
	203	GOIANINHA	69	0	1.003	0.0	0.0	75.0	0.0	0.0				
				-23.5				22.5	0.0	0.0				
	141	RCD 230 BP-1							c	-116.4	-41.0			
	141	RCD 230 BP-1							c	-121.9	-41.3			
	142	RCD 230 BP-2							c	-50.7	-21.1			
	156	BONJI 69							c	75.7	20.7	0.984		
	156	BONJI 69							c	75.2	20.7	0.984		
	156	BONJI 69							c	67.1	18.6	0.984		
	152	BONJI 230							0	-75.2	-13.2			
	152	BONJI 230							c	-75.2	-13.2			
	152	BONJI 230							c	-67.1	-11.8			
	141	RCD 230 BP-1							0	-84.1	-29.5			
	142	RCD 230 BP-2							0	-83.8	-20.3			
	142	RCD 230 BP-2							0	-51.5	-20.3			
	193	MIRUEIRA 69							0	63.0	23.6	0.973		
	193	MIRUEIRA 69							0	63.4	23.5	0.973		
	193	MIRUEIRA 69							U	63.0	23.6	0.973		
	191	MIRUEIRA 230							0	-63.0	-17.4			
	191	MIRUEIRA 230							0	-63.4	-17.3			
	191	MIRUEIRA 230							0	-63.6	-17.5			
	141	RCD 230 BP-1							C	-149.9	-26.7			
	142	RCD 230 BP-2							0	-136.3	-23.9			
	204	FIC-T1							0	37.3	8.9			
	206	FIC-T2							0	37.7	8.6			
	211	MISSURE 230							0	63.0	25.7			
	211	MISSURE 230							0	63.0	25.7			
	222	C. GRANDE 230							0	85.3	-16.2			
	204	FIC-T1							0	U.C	8.9			
	205	GNN 13-T1							g	J.0	-8.9			
	204	FIC-T1							c	-37.3	-15.9			
	206	FIC-T2							0	-37.7	-6.7			

CAPÍTULO 1

**SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA E CONCEITO DE
SEGURANÇA DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA**

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5

AREA LESTE

DADOS DA BARRA								FLUXOS LINHAS					
X DA BARRA NUM.	TIPO	TENSÃO MVA/	GERAÇÃO MVA/	INJ EQ/ MVA/	CARGA MVA/	LINK DC MVA/	SHUNT MVA/ EQUIV	X PARA BARRA NUM.	BARRA NOME	CTRC	FLUXOS		TAP DEFAS TL
											MW	MVAR	
204	FIC-T1	0 1.002	0.0	0.0	0.0	C.0	0.0						
		-23.6	0.0	0.0	D.0	0.0	0.0	201 GOIANINHA230	0	-37.3	-6.9		
								202 GNN RL 1	0	0.0	-8.5		
								203 GOIANINHA 69	0	37.3	15.8		
205	GN 13-T1	1 1.037	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
		-23.6	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	202 GNN RL 1	0	0.0	9.2	1.000	
206	FIC-T2	0 1.003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
		-23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	201 GOIANINHA230	0	-37.7	-6.0		
								203 GOIANINHA 69	0	37.1	6.6		
								207 GNN 13-T2	0	0.0	0.0		
207	GN 13-T2	0 1.003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
		-23.6	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	206 FIC-T2	0	.0	0.0		
211	MUSSURE	0 0.968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
		-22.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	201 GOIANINHA230	0	-62.5	-31.8		
								201 GOIANINHA230	0	-62.5	-31.8		
								213 MUSSURE 69	0	63.0	32.1	0.923	
								213 MUSSURE 69	0	62.0	31.6	0.923	
213	MUSSURE	0 1.013	0.0	0.0	125.0	0.0	0.0						
		-26.8	0.0	0.0	52.0	0.0	0.0	211 MUSSURE 230	0	-63.0	-26.2		
								211 MUSSURE 230	0	-62.0	-25.8		
222	C.GRANDE	0 0.987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
		-25.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101 ANGELIM 230	c	-71.8	10.3		
								121 TACAIMBO 230	0	-57.0	16.0		
								201 GOIANINHA230	0	-83.9	9.2		
								226 C.GRANDEII169	0	31.9	15.4	50.942	
								226 C.GRANDEII169	0	29.6	14.4	0.942	
								236 CGD FIC 2	0	8.9	-8.6	0.975	
								237 CGD FIC 1	0	8.9	-8.6	0.975	
								241 NATAL 230	0	60.3	-24.1		
								241 NATAL 230	c	66.8	-24.1		
226	C.GRANDEII169	0 1.028	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0						
		-27.9	0.0	0.0	15.3	0.0	0.0	222 C.GRANDE 230	c	-31.9	-14.0		
								222 C.GRANDE 230	0	-29.6	-13.0		
								227 C.GRANDE 169	0	36.4	11.7		
227	C.GRANDE 169	0 1.007	0.0	0.0	36.0	0.0	0.0						
		-29.7	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	.726 C.GRANDEII169	0	-36.0	-10.5		

*** FLUXO DE POTENCIA APOS EQUIVALENTE ***

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5

AREA LESTE

DA BARRA NM.	TIPO	TENSÃO KV	DADOS - BARRA			LINK DC MVA	SHUNT MVA	PARA BARRA NM.	NOME	CIRC	FLUXOS		LINHAS	
			GERAÇÃO MW	INJEÇÃO MW	CARGA MW						MVA	MVA	MVA	MVA	TAP	DEFAS. TL
235	0	1.037	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						
C.GRANDE	138	-27.1	2 0	c c	0 0	0 c	0 c	0 0						
									236	CGD FIC 2	0	-8 9	9 1	
									237	CGD FIC 1	c	-8 9	9 9	
									252	S. CRUZ	138	8	-9 6	
									252	S. CRUZ	138	0	8 9	-9 2
236	0	1.026	0 0	0 0	2 c	0 c	0 c	0 c						
CGD FIC 2		-26.5	0 0	0 c	D 0	u 0	0 c	0 c						
									222	C. GRANDE	230	D	-8 9	B 9
									235	C. GRANDE	138	0	S 9	-8 9 1 000
237	0	1.026	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						
CGD FIC 1		-26.5	0 0	0 0	c c	U c	0 c	0 c						
									222	CGR ANDE	230	0	H 9	5 8
									235	C. GRANDE	138	0	8 9	-8 8
241	0	0.981	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						
NATAL	230	-33.7	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						
									222	C. GRANDE	230	0	-65 0	-3 5
									222	C. GRANDE	230	0	-65 0	-3 5
									243	NATAL	69	0	43 5	2 3 C 980
									243	NATAL	65	0	43 5	2 3 C 980
									243	NATAL	65	0	42 S	2 3 0 980
243	1	1.000	0 0	0 c	130 0	0 0	42 6	0 0						
NATAL	6*	-36.9	3 9	0 0	46 2	0 0	0 0	0 0						
									241	NATAL	230	c	-43 s	0 1
									241	NATAL	230	c	-43 6	2 :
									241	NATAL	230	c	-42 B	C :
252	0	1.042	0 0	0 0	6 0	0 0	0 c	0 c						
S. CRUZ	138	-28.7	3 0	0 c	2 6	0 0	0 c	0 c						
									235	CGR ANDE	138	c	-3 6	0 9
									235	C. GRANDE	138	c	5	2 9
									262	C. NOVOS	138	0	17 b	-4 5
262	0	1.041	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						
C. NOVOS	138	-29.7	0 c	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						
									252	S. CRUZ	138	0	11 5	0 9
									268	CGD FIC.		0	11 5	-0 9 1 004
263	0	1.000	0 c	0 0	11 5	0 0	0 0	0 0						
C. NOVOS	69	-32.9	0 0	0 0	6 3	0 0	0 c	0 c						
									268	CGD FIC.		0	11 S	-6 3 0 964
265	0	1.042	0 0	0 0	0 0	0 0	7 8	0 0						
C. NOVOS	13	-32.4	0 c	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						
									268	CGD FIC.		c	o c	7 B

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

*** FLUXO DE POTENCIA APOS EQUIVALENTE ***

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5										AREA LESTE							
X.....DADOS - BARRA *										FLUXOS				LINHAS			
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	BOV	CARGA	LINK	DC	SHUNT	PARA	BARRA	FLUXOS	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL		
NM.	MD/	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA	NLM.	NOME	MW	MVA					
NOME	TIPO	INJ	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA									
268	0	1.042	C 3	0 G	0 G	G 3	G 0	G 0									
CRD FIC.		-32.4	0 3	0 C	0 G	0 0	0 0	G G									
401	0	1.040	C 3	-26 G	0 0	3 3	3 G										
3.NOME	230	-11.5	G 0	-5 9	0 0	0 0	0 0	16 8									
									3 PAF 230 BP-1	0	-89 3	24 3					
									3 PAF 230 BP-1	3	-89 3	23 9					
									4 PAF 230 BP-2	3	-82 4	20 3					
									411 MILAGRES 230	3	117 4	-28 0					
									411 MILAGRES 230	3	117 4	-28 b					
411	0	1.043	3 3	-512 1	0 0	0 0	-54 4										
MILAGRES 230		-16.8	0 0	1491 4	C G	C 0	1319 5										
									3 PAF 230 BP-1	3	-152 8	23 1					
									4 PAF 230 BP-2	3	-145 7	13 9					
									401 B.NOME 230	3	-115 4	24 1					
									401 B.NOME 230	0	-115 4	24 1					
									474 S.MATOS 138	3	71 3	7 7					
									570 S.J.PIAUI500	3	-54 1	19 6					
474	0	1.007	0 3	-64 C	c G	C 3	C 0										
S.MATOS 138		-38.8	0 3	33 5	G G	C 0	-14 8										
									411 MILAGRES 230	3	-66 6	18 9					
									476 S.MATOS 13	3	2 b	0 1					
475	0	1.006	0 0	0 C	1 5	c 3	0 0										
S.MATOS 69		-41.3	0 0	0 G	G 1	G 0	0 0										
									476 S.MATOS 13	3	-1 5	-0 1					
476	0	1.007	0 G	0 C	1 1	3 3	G 0										
S.MATOS 13		-40.5	0 S	0 0	-0 1	3 0	0 3										
									474 S.MATOS 138	3	-2 6	3 0					
									475 S.MATOS 69	3	1 5	3 1					
570	0	1.067	3 0	243 1	3 G	C 0	-233 4										
S.J.PIAUI500		9.2	3 G	632 8	0 0	C 3	-517 1										
									411 MILAGRES 230	3	58 6	6 2					
									L300 SOBRAD. 500	3	184 5	-124 G					
701	0	1.030	0 0	-164 1	G G	3 0	G 3										
C.DANTAS 230		-9.2	3 0	97 2	G 3	C G	-54 4										
									3 PAF 230 BP-1	3	-83 0	23 3					
									4 PAF 230 BP-2	3	-74 c	15 9					
									711 ITABAIANA230	3	7 9	2 1					
									740 OLINDINA 500	0	-14 4	4 9					

..e- - ..-..-.. i-ay-u** u- tr-kij\|!6.T"CA -"0r"lfl' DF "N*-IS" D" RF- "S V»-P/8'

- * - BUJXU DE POTENCIA APOS EQUIVALENTE - * -

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5 AREA LESTE

DADOS - BARRA										FLUXOS - LINHAS						
DA BARRA	TIPO	TEMSAO	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK	DC	SHUNT	PARA BARRA	BARRA	CIRC	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL
NUM.	NOME	MV	MV	MV	MV	MV	MV	MV	MVAR?	NUM.	NOME		MV	MVAR		
711	ITABAIANA230	0	0.991	0.0	-274.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3	PAF 230 BP-1	0	-120.6	5.6		
		-13.6	0.0	0.0	-88.6	0.0	0.0	0.0	89.6	4	PAF 230 BP-2	0	-113.6	1.5		
										701	C.DANTAS 230	0	-7.7	-1.5		
										740	OLINDINA 500	0	-32.6	-4.5		
740	OLINDINA 500	0	1.027	0.0	-1072.6	0.0	0.0	0.0	-316.1							
		-8.1	0.0	0.0	683.5	0.0	0.0	0.0	-701.3	1	P.AFONSO 500	0	-568.9	-164.3		
										50	ITAPARICA500	0	-551.3	-173.0		
										701	C.DANTAS 230	0	14.5	-4.6		
										711	ITABAIANA230	0	33.1	8.0		
1300	SOBRAD. 500	1	1.057	540.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-502.8							
		6.7	-185.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50	ITAPARICA500	0	306.3	-215.4		
										50	ITAPARICA500	0	279.4	-236.1		
										570	S.J.PIAUI500	0	-183.9	-173.8		
										1301	SOBRAD. 230	0	138.2	-62.9		
1301	SOBRAD. 230	0	0.997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
		4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1300	SOBRAD. 500		-138.2	70.2	0.924	
										1311	JUAZEIRO 230		69.1	-35.1		
										1311	JUAZEIRO 230		69.1	-35.1		
1311	JUAZEIRO 230	0	1.005	0.0	-137.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1301	SOBRAD. 230		-68.6	29.9		
		2.5	0.0	0.0	-43.5	0.0	0.0	0.0	103.3	1301	SOBRAD. 230		-68.6	29.9		

TOTAIS DA AREA 5

GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK	DC	SHUNT	EXPORT	IMPORT	PERDAS
MV	MV	MV	MV	MV	MV	MVAR	MV	MVAR	MV
MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	EQUIV	MVAR	MVAR	MVAR
3590.7	-2007.6	1447.1	0.0	-1592.6	0.0	0.0	0.0	136.1	
-938.1	2800.4	627.3	0.0	-2397.2	0.0	0.0	0.0	-2754.3	

APÊNDICE -A.3.2

Dados de Barras e Linhas do Sistema Completo

FILE: JANLEVC DADOS BI VM/ZA 2.1 Express - CMS 5.6 - Level 9002C

flu

* CASO BASE - CARGA LEVE - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO										
1	2	P.AFONSO	50001025	01073	-618	**1640	1640	0.0	8.8	5
3	1	PAF 230	BP-1010C5	-2.5207.9	-107.	-240	240	3.0	3.8	5
4	1	PAF 230	BP-201006	-2.2260.0	-89.0	-260	260	4.0	3.8	5
50		ITAPARICAS	50001034	0.9350.0	-147.	-500	500	5.0	8.8	-300
100		ANGELIM	50001029	-10.0.0	3.3			0.0	2.3	-300
101		ANGELIM	2300 985	-18.0.0	3.3			0.0	2.0	5
103		ANGELIM	6901000	-23.3.3	2.8			35.9	3.18	5
111		R.LARGO	2305 934	-22.0.3	3.8			172.0	110.7	5
113		R.LARGO	6901014	-26.0.3	2.8			110	47.3	41.6
121		TACAIMBO	2300 986	-20.0.3	3.8			29.9	8.8	5
131		PIRAPAMA	2300 991	-17.0.3	3.3			14.0	10.8	5
133		PIRAPAMA	6901000	-20.0.0	3.3			31.9	23.0	5
140		RECIFEII	50001010	-14.0.0	3.3			0.0	0.0	-200
141	1	RCD 230	BP-101000	-11.0.3	25.9	-105	150	0.0	8.0	5
142		RCD 230	BP-20 975	-16.0.0	3.0			0.0	2.0	5
152		BONJI	2300 975	-16.0.0	0.3			31.5	21.0	5
156		BONJI	6901000	-20.0.3	0.8			134.0	34.2	5
191		MIRUEIRA	2300 990	-17.0.3	2.8			0.0	0.0	5
193		MIRUEIRA	6901000	-21.5.3	2.0			147	45.3	5
201		GOIANINHA	2300 9c1	-20.5.3	0.8			0.0	0.0	**10.0
202		GNN RL 1	0 997	-23.5.3	3.8			0.0	0.8	5
203		GOIANINHA	6901000	-23.0.0	3.8			70.0	17.2	5
204		FIC-T1	0 995	-23.0.3	3.0			0.0	2.8	5
205		GNN 13-T1	01000	-23.0.3	1.16	-20	9	205	0.0	2.8
206		FIC-T2	0 995	-23.3.3	3.0			0.0	2.3	5
207		GNN 13-T2	0 995	-23.3.0	3.3			0.0	2.0	5
211		MISSURE	2300 973	-21.3.0	3.3			0.0	0.8	5
212		MISSURE	6901000	-24.3.3	3.3			84.9	20.6	5
222		C.GRANDE	23001000	-23.0.3	3.8			0.0	0.0	**10.0
226		C.GRANDE	I6901000	-24.3.3	3.8			19.0	8.30	5
227		C.GRANDE	I69010C0	-26.0.3	3.3			24.0	4.90	5
235		C.GRANDE	13801027	-24.3.3	3.8			0.0	0.0	5
236		OSD FIC 2	01000	-23.0.0	3.8			0.0	0.0	5
237		OSD FIC 1	01000	-23.0.3	3.8			0.0	10.0	5
241		NATAL	2300 972	-29.3.3	0.0			0.0	3.8	5
243	1	NATAL	6901000	-27.3.3	6.29	0.0	40.0	243	94.9	31.9
252		S.CRUZ	13811034	-24.3.3	3.0			4.0	2.1	5
262		C.NOVO	13801000	-32.3.3	3.8			0.0	2.3	5
263		C.NOVO	6901000	-35.3.3	3.8			9.0	4.7	5
265		C.NOVO	130 999	-35.3.3	3.8			0.0	0.0	3.20
266		OSD FIC	01000	-35.3.3	0.3			0.0	3.8	5
269		DISJ STD	01014	-32.3.3	2.8			0.0	8.8	5
401		B.NOME	23001033	-12.3.0	3.8			0.0	2.8	5
403		B.NOME	69 985	-14.3.0	3.3			20.0	3.40	5
406		EN3-TIPICA	1009	-15.3.3	3.8			1.00	10	5
411		MILAGRES	23001043	-16.3.0	0.0			0.0	2.0	**50.0
412	1	CE-MLG	1042	-16.0.0	3.54	**70.0	100	411	0.0	0.0
413		MILAGRES	69 1000	-17.3.0	3.0			30.0	-2.33	6
415		MLG-T1-13.8	1000	-17.3.3	3.8			0.0	0.8	6
416		MLG-RL13-T2	985	-17.3.0	3.8			0.0	3.3	6
417		MLG-T2-13.8	943	-17.0.3	3.0			0.0	3.0	**15.0
418		MLG-TTP-13.8	1003	-19.0.3	3.3			4.03	2.82	6
421		JANABUII	230 1000	-22.0.3	3.3			0.0	0.0	**50.0
422		CAROKILL	13.8 1009	-24.3.3	3.8			14.1	7.03	6
423		JANABUII	69 1014	-23.3.3	3.3			9.93	1.39	6
426		EN3-TIPICA	1000	-24.3.3	3.8			0.50	0.3	6
431		RUSSAS	230 1027	-26.0.3	3.3			0.0	3.2	6
433		RUSSAS	69 1014	-31.3.3	3.8			13.0	2.90	0
441		MOSSORO	230 1021	-29.3.3	3.8			0.0	0.0	0
443		MOSSORO	69 1000	-30.3.3	3.8			29.9	11.9	0
445		MOSSORO	13-1 974	-30.0.3	0.8			0.0	3.0	-10.0
446		MOSSORO	13-2 999	-30.3.3	0.3			0.0	0.0	0
450	1	CE-FTZ	963	-26.3.0	14.5	-140	200	450	0.0	3.0
451		FTZ-FIC	972	-26.3.3	3.8			0.0	3.0	-10.0
452		FORTALEZA	230 970	-26.3.3	8.8			0.0	3.0	**40.0
453		FORTALEZA	69 1029	-29.3.3	8.8			190	92.5	61.2
454		FTZ-RL13-T3	1022	-29.3.3	3.8			0.0	3.0	0
455		FTZ1-13.8-T3	985	-29.2.3	3.3			0.0	8.0	-10.0
456		FTZ-RL13-T4	1024	-29.3.0	3.8			0.0	3.0	0
457		FTZ2-13.8-T4	1006	-29.3.3	3.8			0.0	3.0	-5.00
461		ACU I I	230 1026	-30.3.3	3.8			0.0	3.0	0
463		ACU I I	69 1014	-32.3.8	8.8			22.1	3.43	6
464		ACU 13.8 T-5	1014	-32.3.3	3.3			0.0	3.0	6
465		ACU 13.8 T-4	1014	-32.0.3	3.8			0.0	2.0	0
468		ACU I I	138 1010	-31.3.3	3.8			0.0	3.0	0
471		D.GOUVEIA	230 971	-26.3.3	2.3			0.0	0.8	0
473		D.GOUVEIA	69 1029	-29.5.8	2.3			41.1	31.9	21.3

FILE: JANLEVC DADOS B1 VM/XA 2.1 Express - CMS 5.6 - Level 9002C

474	S.MATOS	138	01000	-32	2.8	8.8	0.0	0.0	3
475	S.MATOS	69	01003	-33	0.3	3.0	0.80	0.30	5
476	S.MATOS	13	01000	-33	0.8	8.8	0.90	C.20	8
481	SOBRAL	230	999	-17	3.3	8.3	0.0	0.0	**10.0
483	SOBRAL	69KV	1029	-19	3.8	3.8	31.0	3.30	13.7
484	SBD RL T1	1026	-19	3.8	8.8	8.8	0.0	0.0	7
485	SBD 13.8 T1	1026	-19	3.8	8.8	8.8	0.0	0.0	7
486	SBD 13.8 T2	1026	-19	3.8	3.8	3.8	0.0	0.0	7
491	PIRIPIRI	230	1004	-1	3.8	3.8	0.0	0.0	**10.0
492	PRI DISJ.69	1000	-7	2.0	3.8	3.8	0.0	0.0	7
493	PIRIPIRI	69	1000	-9	8.8	8.8	10.0	2.00	7
494	PRI RL T1	1001	-7	3.8	8.8	8.8	0.0	0.0	3.60
495	PRI 13.8 T1	1001	-7	8.0	8.8	8.8	0.0	0.0	7
496	PRI 13.8T1/2	984	-10	3.3	8.8	8.8	3.00	1.40	7
501	TERESINA	230	1020	4	3.8	8.8	0.0	0.0	**10.0
502	DISJ-PRO	230	1051	4	8.8	8.3	0.0	0.0	7
503	TERESINA	69	1014	3	3.0	8.0	43.0	29.0	21.3
504	TSA 13.8 T1	1014	-1	8.8	3.8	3.8	15.0	10.0	7.20
505	TSA 13.8 T2	1014	2	0.8	3.3	3.3	10.0	6.50	10.8
510	B.ESPER.	500	1044	1	8.8	8.8	0.0	0.0	-309
511	B.ESPER.230	LOOS	13	0.0	8.8	8.8	0.0	0.0	**20.0
513	B.ESPER.1	69	1014	12	0.8	8.3	17.0	-0.80	2
514	QUE 13.8 KV	1010	11	0.0	8.8	8.8	1.51	0.0	7
520	1 UBE-01G1	990	23	49.0	9.38	-999999999	520	0.0	0.0
521	1 UBE-01G2	990	21	49.0	7.94	-999999999	521	0.0	0.0
522	1 UBE-01G3	990	21	59.0	8.49	-999999999	522	0.0	0.0
531	PERITORO	230	1044	18	0.3	0.0	0.0	0.0	e
533	PERITORO	69	1000	7	8.8	3.3	13.6	2.22	10.2
535	PERITORO	13	995	6	3.8	3.3	1.03	0.49	g
538	PERITORO	FIC	1000	0	U.3	3.3	0.0	0.0	7
541	MIRANDA	230	1033	11	8.0	3.3	0.0	0.0	**10.0
543	MIRANDA	69	990	9	0.0	3.0	19.0	-4.90	8
545	MIRANDA	13	985	9	8.3	0.3	0.75	0.32	-5.00
548	MIRANDA	FIC	989	9	0.3	3.0	0.0	0.0	8
550	S.LUISII	500	1044	10	U.8	3.3	0.0	0.0	-336
551	S.LUISII	230	1021	13	0.3	3.0	668	323	27011
552	PERIZES	230	1026	12	8.8	3.3	8.25	5.19	8
556	UTS-01G1	1021	13	U.0	8.0	8.0	0.0	0.0	8
557	1 UTS-01G2	L068	13	0.0	3.09	-9999 9999	557	0.0	0.0
561	S.LOISI	230	1000	13	D.6	3.0	0.0	0.0	9
563	S.LUIS	69	1010	11	3.3	3.0	49.3	13.7	8
565	S.LUIS	13	1028	13	0.0	3.0	19.0	11.7	3.60
568	S.LUIS	FIC	1000	11	U.8	3.3	0.0	0.0	8
570	S.J.PIAUI500	1000	17	3.8	8.0	8.0	0.0	0.0	-205
571	S.J.PIAUI230	1003	13	8.8	8.8	8.8	0.0	0.0	7
572	SJI FIC	1000	18	J.8	3.0	3.0	0.0	0.0	7
573	S.J.PIAUI69	1014	9	8.8	3.8	3.8	6.50	-1.70	7
574	SJI RL ATR	1000	13	8.8	8.3	8.3	0.0	0.0	7
575	SJI 13.8 KV	957	13	3.3	3.8	3.8	0.0	0.0	7
580	P.DUTRA	500	1000	23	8.0	8.8	0.0	0.0	-897
581	P.DUTRA	230	1000	22	3.3	3.8	0.0	0.0	9
582	P.DUTRA	FIC	936	22	8.8	8.0	0.0	0.0	9
583	P.DUTRA	69	1000	11	8.3	3.8	6.30	0.28	9
585	P.DUTRA	13.8	956	22	8.0	3.0	0.0	0.0	9
586	1 CS-01	930	22	8.0	8.55	-9999 9999	586	0.0	0.0
587	1 P.DUTRA-CS02	930	22	8.0	8.50	-999999999	587	0.0	0.0
588	PDD-FIC-TRAF	956	22	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	9
590	IMPERATR.	500	1000	36	3.8	8.0	0.0	0.0	-529
591	IMPERATR.	230	1000	36	3.8	3.8	0.0	0.0	9
592	IPZ-FIC-CS12	984	36	8.8	8.8	8.8	0.0	0.0	9
593	IMPERATRIZ69	1007	33	3.8	8.8	8.8	30.0	11.4	9
594	IPZ-FIC-CS34	984	36	3.8	8.8	8.8	0.0	0.0	9
595	IMPERATRIZ13	1004	35	3.8	3.0	3.0	0.0	0.0	9
596	IMPERATRIZ01	984	30	8.0	3.3	3.3	0.0	0.0	9
597	IMPERATRIZ02	984	30	3.8	8.8	8.8	0.0	0.0	9
598	1 IMPERATRIZ03	1000	36	3.8	23.9	-9999 9999	598	0.0	0.0
621	COREMAS	230	1041	-17	3.8	3.3	0.0	0.0	6
623	COREMAS	69	1000	-19	3.8	8.3	27.0	7.00	9
624	COREMAS	13	999	-19	3.8	3.8	0.0	0.0	6
701	C.DANTAS	23001016	-12	3.8	8.3	8.3	0.0	0.0	5
711	ITABAIANA	23001001	-16	0.8	3.3	3.3	0.0	0.0	5
713	ITABAIANA	69	122	-18	8.8	3.3	31.1	3.11	4
715	ITB 13.8	1026	-18	8.8	3.0	3.0	0.0	0.0	4
716	ITB-TIPICA	1012	-19	8.8	3.0	3.0	4.01	2.31	4
718	FIC-ITB	230	1000	-18	3.8	8.0	0.0	0.0	4
721	JARDIM	230	995	-17	3.8	3.3	23.0	8.80	4
723	JARDIM	69	1000	-21	3.8	3.3	100	33.0	40.8
730	DER.OLD-1	1012	-15	8.8	3.3	3.3	0.0	0.0	4
731	DER.OLD-2	1012	-15	3.0	3.8	3.8	0.0	0.0	4
735	DER.OLD 13.8	1000	-15	3.8	0.8	0.8	1.02	0.0	4

O»

FILE: JANLEVC DADOS BI VM/XA 2.1 Express - CMS 5.6 - Level 9002C

740	OLIKDINA	50001001	-11	8	8	8	0	0.0	3.0	-300	5		
750	OPACARI	500	973	-16	3	8	8	0.0	3.0	-100	4		
751	CMD BP-1	230	956	-19	0	8	8	0.0	8.0		4		
752	CMD BP-2	230	956	-19	8	8	2	31.0	15.0		4		
753	COPEZ	230	987	-19	0	8	3	90.0	43.8		4		
757	OPACARI	69	1014	-20	8	2	8	34.0	12.0		4		
760	UTC-II G1/G2	963	-19	8	8	8	8	0.0	3.0		4		
761	UTC-II G3/G4	965	-19	0	8	8	8	0.0	8.8		4		
762	UTC-II G5/G6	96 =	-19	8	8	8	8	0.0	3.3		4		
770	DTC-I 01C1	973	-19	8	0	5	55	-999999999	770	0.0	8.0	4	
771	UTC-I 01G2	978	-19	8	0	5	58	-999999999	771	0.0	3.0	4	
772	DTC-I 01G3	978	-19	8	0	5	59	-999999999	772	0.0	3.8	4	
773	DTC-I 01G4	963	-19	8	8	3	0	0.0	8.8		4		
774	DTC-I 01G5	96 =	-19	3	7	8	8	0.0	3.0		4		
776	CS FIC 01	955	-19	3	7	8	8	0.0	3.8		4		
777	CS FIC 02	1000	-19	3	8	8	0	0.0	3.8		4		
778	CMD - CS 01	948	-19	3	0	2	5	-25.2	-999999999	776	0.0	8.8	4
779	CMD - CS 02	967	-19	0	8	8	0	0.0	3.0		4		
782	CATD	230	990	-20	0	8	3	90.0	50.7		4		
786	CATU	69	1000	-24	0	0	3	39.9	10.5		4		
783	CTU FIC T1	122 D	-23	0	8	8	8	0.0	8.0		4		
789	CTU FIC T2	122	-23	8	8	3	2	0.0	8.8		4		
792	CTD RL - T1	1000	-23	2	0	8	8	0.0	0.0		4		
793	CTD RL - T2	1000	-23	3	8	8	3	0.0	2.8		4		
794	CTU 13.8 T1	994	-24	2	8	8	8	4.99	2.39		4		
802	CCTEGEPE 230	981	-20	3	8	8	8	0.0	0.3		4		
806	CCTEGEPE 69	1014	-24	8	8	0	8	105	64.0		4		
810	CTG T4 13.8	1012	-24	8	8	0	8	71.0	17.0	40.8	4		
811	CTG T1 13.8	1012	-24	8	8	3	8	0.0	2.8		4		
815	COTECEPE 6.6	977	-24	8	8	3	6	0.0	3.8		4		
819	COTECEPE 33	1000	-24	3	8	3	6	0.90	0.40		4		
822	JACARAC. 230	978	-20	8	8	8	8	105	68.6		4		
824	DIW 230	975	-20	8	3	8	3	105	62.0		4		
826	JACARACAN.69	1000	-22	8	3	3	3	50.0	19.0	21.3	4		
830	JACARACAN.13	999	-22	3	8	3	8	0.0	2.8		4		
831	JCH 13.8KV	999	-22	3	3	8	8	0.0	8.8		4		
842	PTU 230	981	-21	3	8	3	8	0.0	3.0		4		
843	PITUACU 69	1000	-24	3	3	3	8	110	28.8		4		
845	PITUACU 13.8	998	-24	3	8	3	6	0.0	8.0		4		
846	PTU*2*13.8	996	-24	3	0	3	6	0.0	3.0		4		
852	MATATU 230	981	-21	3	8	3	3	0.0	0.3		4		
856	MATATU 69	1000	-24	3	0	3	8	43.0	11.3	20.4	4		
663	MIT 11.9 T5	1017	-24	0	3	0	0	15.0	7.58		4		
664	1 KTT 11.9 T4	1000	-25	3	3	2	50	-999999999	864	14.0	10.7	4	
665	1 MATATU3 11.9	1000	-24	3	3	1	68	-999999999	865	0.0	2.3	4	
881	G.MANGAB.230	1006	-23	3	8	3	0	0.0	2.0		4		
533	G.MANGAB.69	1000	-26	3	3	8	8	69.8	12.4		4		
884	GM 13.8 T2	998	-26	3	8	3	8	0.0	2.0		4		
555	GM RL-T2	1000	-26	3	3	3	3	0.0	2.8		4		
556	GM 13.8 T1	998	-26	3	3	8	3	0.0	2.3		4		
557	GM RL-T1	1000	-26	3	8	3	8	0.0	8.7		4		
901	3 KM 85 230	1033	-28	3	8	3	3	0.0	8.3		4		
902	FUNIL 230	1032	-29	0	3	8	6	0.0	3.0		4		
904	FUNIL 138	1000	-32	3	8	3	5	90.9	12.0		4		
910	FDNIL 13	990	-31	3	3	3	0	2.99	1.49		4		
911	FUNIL2 13.8	974	-31	8	8	3	3	0.0	8.0	-5.00	4		
912	FUNIL 3 13.8	998	-32	3	8	3	3	0.0	8.0		4		
915	FUNIL 115	1000	-31	3	8	3	8	0.0	8.8		4		
913	FNL FIC T1	1322	-31	D	8	3	3	0.0	3.8		4		
919	FNL FIC T2	1000	-31	3	8	8	8	0.0	3.8		4		
920	1 UFL-01G1 6.9	950	-30	1	0	8	5	-999999999	920	0.0	3.3	4	
921	1 DEL-01G2 6.9	950	-30	1	0	8	5	-999999999	921	0.0	3.8	4	
922	UFL-01G3 6.9	956	-31	0	8	3	0	0.0	3.0		4		
932	IPTAU 115	987	-31	3	3	8	3	3.20	1.30		4		
942	JEQUIE 115	974	-32	3	8	8	3	2.00	42.00		4		
943	JEQUIE 69	1082	-32	8	8	3	3	1.67	4.10		4		
945	JEQUIE 13	993	-33	3	8	8	3	2.32	1.42		4		
953	PEDRA 69	1000	-32	3	8	8	0	0.0	8.8		4		
955	1 PEDRAS 13	950	-31	1	0	4	30	-999999999	955	0.0	8.8	4	
1300	1 SOBRAD. 50001046	9.5600.0	-69.7	-875	875	1300		0.0	8.3	-450	5		
1301	SOBRAD. 2300	974	3	8	8	3	3	0.0	3.3		5		
1311	JUAZEIRO 2300	974	1	3	3	8	8	0.0	8.0		5		
1313	JZE-2 69	1000	-1	0	8	8	3	40.0	4.50	12.7	3		
1314	SOB - 69 KV	998	-1	8	8	3	3	0.0	8.0		3		
1315	JUAZEIRO1-13	1014	3	3	8	3	3	0.0	8.3		3		
1316	JZD 13.8	1014	8	3	3	3	3	0.0	3.3		3		
1317	S03 - 13.8KV	1000	-1	8	8	8	8	0.80	8.20		3		
1315	JUAZEIROIFIC	1000	3	2	8	0	3	0.0	8.0		3		
1319	JZD FIC	1000	3	8	8	8	3	0.0	0.2		3		

FILE: JANLEVC DADOS BI M/XA 2.1 Express - CMS 5.6 - Levei 9002C

1321	JACUARARI230	987	-1	0.0	0.0				20.0	7.00	3		
1331	SBF 230	998	-2	0.0	0.0				0.0	0.0	3		
1333	S. BONFIM 69	1000	-5	0.0	0.0				21.0	4.50	3		
1341	IRECE 230	1016	-6	0.0	0.0				0.0	0.0	-15.0	3	
1343	IRECE 69	1000	-8	0.0	0.0				16.0	5.40	3		
1345	IRECE 13.8	981	-8	0.0	0.0				O.C	0.0	*10.0	3	
1351	B.C.LAPA 230	988	-8	0.0	0.0				0.0	0.0	-30.0	3	
1352	BJS FIC 1000		*10	0.0	0.0				0.0	0.0	3		
1353	B.J.LAPA 69	1000	-9	0.0	0.0				15.0	3.80	3		
1355	B.J.LAPA13.8	992	*10	0.0	0.0				0.0	0.0	*5.00	3	
1400	MARABA 500	1000	4	0.0	0.0				0.0	0.0	-527	9	
1401	MARABA 230	*00C	42	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1432	MARABAFICAU	.005	40	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1403	MARABA 63	1007	40	0.0	0.0				21.0	14.0	9		
1404	MARABA 13AUX	103	40	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1405	MARABA CS	936	42	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1406	MARABA 13.8	1000	42	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1408	MARABA FIC	991	42	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1409	CVRD 230 FIC	952	41	0.0	0.0				16.8	10.1-20.0	9		
1410	TUCURUI 500	1000	51	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1411	GAI TUC 1020	53	20.0	0.46	15.0	15.0	1411	0.0	0.0	0.0	9		
1412	GAI TUC 1020	53	20.0	0.46	*15.0	15.0	1412	0.0	0.0	0.0	9		
1413	TUCURUI 69	102C	50	0.0	0.0				O.C	0.0	9		
1414	TUCURUI13AUX	1000	49	0.0	0.0				5.00	2.10	9		
1415	TUCURUI 13.8	1020	50	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1416	TUCURUI 230	1000	46	O.C	0.0				55.2	13.8	9		
1417	TUC-2 13.8	1000	49	0.0	0.0	0.0	0.0	1416	5.00	2.10	9		
1418	TUCURUI FIC	1000	50	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1419	UHE-G1	1015	57	273	*11.4	9999	9999	1419	0.0	0.0	9		
1420	UHE-G2	1015	57	273	*11.4	9999	9999	1420	0.0	0.0	9		
1421	UHE-G3	1015	57	273	*11.4	9999	9999	1421	0.0	0.0	9		
1422	UHE-G4	1015	57	273	*11.4	9999	9999	1422	0.0	0.0	9		
1423	UHE-G5	1015	57	273	*11.4	9999	9999	1423	0.0	0.0	9		
1424	UHE-G6	1015	57	273	*11.4	9999	9999	1424	0.0	0.0	9		
1425	UHE-G7	1015	57	273	*11.4	9999	9999	1425	0.0	0.0	9		
1426	UHE-G8	1015	57	273	*11.4	9999	9999	1426	0.0	0.0	9		
1427	UHE-G9	1023	51	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1428	UHE-G10	1023	51	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1429	UHE-G11	1023	51	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1430	UHE-G11	1000	51	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1431	V.CONDE 500	1000	35	0.0	0.0				0.0	0.0	160.9	9	
1432	V.CONDE 230	1023	31	0.0	0.0				587	379	42111	9	
1433	V.CONDE 69	1023	30	0.3	2.21				10.5	2.73	9		
1434	V.CONDE CS	980	31	0.0	0.0	-9999	9999	1435	0.0	0.0	9		
1436	V.CONDE 13.8	958	31	O.C	0.0				0.0	0.0	9		
1437	V.CONDE-CS2	979	31	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1438	V.CONDE FIC	958	31	O.C	0.0				0.0	0.0	9		
1439	V.O FICT2	1019	31	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1441	GLEMA 230	1007	30	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1442	GLEMA 69 KV	1017	28	0.0	0.0				72.7	23.8	9		
1451	UTINGA 230	1014	29	0.0	0.0				0.0	0.0	9		
1452	UTINGA69 KV	1014	26	0.0	0.0				109	15.3	9		
DLIN	IMPR	1	F	0	0	1.4140	969	969	969	3	600	3	1
3		1	F	0	0	1.4140	969	969	969	1	600	8	2
4		50	F	0	0	04000.4700	46420			1299	0	3	
1		100	F	0	22002.7900	284680				1299	8	4	
1		740	F	8	21002.6800	272760				1299	8	5	
3		101	F	3	980021.850	36780				239	3	7	
3		101	F	3	970020.880	38520				239	3	3	
3		401	F	2	100016.560	28940				239	3	3	
3		401	F	3	090016.570	28940				239	8	3	
3		411	F	2	260015.900	68000				340	8	11	
3		701	F	2	460013.150	22740				239	8	11	
3		711	F	2	960015.230	28900				239	8	12	
4		101	F	3	970020.880	38500				239	3	13	
4		101	F	2	000016.250	49460				239	3	14	
4		431	F	3	090016.570	28850				239	8	13	
4		411	F	2	260015.900	68000				340	3	16	
4		701	F	2	450013.100	22680				239	3	17	
4		711	F	2	960015.230	28900				239	3	18	
50		100	F	2	31003.1000	326720				1299	3	11	
50		740	F	8	31003.1000	324340				1299	3	28	
50		1300	F	8	27003.6400	372480				1299	3	21	
100		1300	F	8	29003.9800	411440				1299	3	22	
100		140	F	8	22002.1300	220700				1299	3	23	
101		140	F	8	17002.1500	218680				1299	3	24	
101		103	F	8	0	73.100	969	884	1086	103	33	4	22
101		103	F	8	0	73.500	969	884	1086	103	33	4	21
101		103	F	0	0	73.500	969	884	1086	103	33	4	2-

FILE: JANLEVC DALX)5 B1 VM/XA 2.1 Express - CMS 5.6 - Level 9002C

101	111	1.64008.3600	15640					239	254	25
101	111	1.64008.3600	15660					239	254	29
101	111	1.66008.7500	15260					239	0	32
101	121	1.14005.9700	1068C					315	0	31
101	141	3.100016.910	28220					239	0	32
101	141	3.090016.150	29482					239	0	33
101	142	3.100016.140	29600					239	0	34
101	222	3.360016.100	31520					239	250	33
111	113	0.0	13.300		915	785	1118	113	100	0
111	113	0.0	12.840		915	785	1118	113	100	0
121	222	2.260011.850	21300					315	0	36
131	133	0.0	12.710		975	840	1118	133	100	0
131	133	0.0	13.430		975	840	1118	133	102	0
131	141	0.53002.7100	4932					239	0	41
131	142	0.53002.7100	495					239	0	42
141	140	0.0	1.4040		993	993	993	141	600	0
141	140	0.0	1.4040		993	993	993	141	600	0
142	140	0.0	1.4040		993	993	993	142	600	0
141	152	0.25001.3500	2240					239	0	40
141	152	0.25001.2900	2360					239	0	47
141	191	0.58002.5600	5540					239	0	48
141	201	1.29006.6900	12120					239	0	49
142	122	0.25001.2900	2360					239	0	50
142	191	0.58002.5600	5542					239	0	51
142	191	0.58003.0900	5300					239	0	52
142	201	1.29006.6900	12120					239	0	53
152	156	0.0	13.200		978	848	1048	156	100	120
152	156	0.0	15.200		973	845	1043	156	100	54
152	156	0.0	14.710		978	848	1048	156	100	0
191	193	0.0	14.500		969	848	1048	193	100	0
191	193	0.0	14.410		969	848	1048	193	100	0
191	193	0.0	14.350		969	848	1048	193	100	0
201	204	0.0	13.950		974	843	1098	-203	100	0
201	206	0.0	13.770		974	843	1098	-203	100	0
201	211	0.94004.8000	8960					239	250	62
201	211	0.94004.8000	8960					239	0	63
201	222	1.81009.7000	16680					159	254	64
202	204	0.0	13.450					205	30	0
205	202	0.0	26.250		1000	1000	1000	205	30	0
203	204	0.0	-0.650					100	0	67
203	206	0.0	-0.620					100	0	68
206	207	0.0	12.460					30	0	69
211	213	0.0	12.970		958	843	1118	213	100	0
211	213	0.0	13.190		958	843	1118	213	100	0
222	226	0.0	13.300		984	861	1048	226	100	0
222	226	0.0	14.340		984	861	1048	226	100	0
222	236	0.0	16.100		975	975	975	222	50	0
222	237	0.0	16.470		975	975	975	222	55	0
222	241	3.860019.940	38020					159	0	76
226	227	3.860019.940	38020					159	0	77
236	235	3.09009.9200	160					71	0	78
235	237	0.0	12.930		1000	1000	1000	236	52	0
235	252	0.0	12.690					52	0	80
235	252	10.29029.510	7740					46	0	81
241	243	10.29029.510	7740					46	0	82
241	243	0.0	12.810		961	961	961	243	100	0
241	243	0.0	12.780		961	961	961	243	100	0
262	268	0.0	13.020		961	961	961	243	100	0
262	269	0.0	44.425		1004	1004	1004	262	38	0
262	474	4.470014.540	3440					48	0	87
263	268	3.130010.180	2400					119	0	88
268	265	0.0	7.3755		1000	900	1100	263	33	0
401	403	0.0	0.2250		1000	1000	10C2	268	22	0
401	403	0.0	34.630		1052	922	1122	403	0	89
401	411	0.0	34.630		1052	922	1122	403	0	90
401	411	1.55003.2400	14220					201	251	90
403	406	1.55008.2400	14202					201	0	91
411	412	0.0	12640		975	975	975	403	0	0
411	413	0.0	5.0000					0	0	0
411	413	0.0	35.760		1028	900	1100	413	0	0
411	421	0.0	13.270		1028	900	1100	413	0	0
411	421	4.040020.890	3978C					0	0	0
411	421	4.040020.890	3978C					0	0	0
411	421	2.020014.140	60100					0	0	0
411	421	2.020014.140	60100					0	0	0
413	415	2.180011.680	20240					0	0	0
413	416	0.0	12.270		1000	1000	1000	413	0	0
413	418	0.0	10.470		1000	1000	1000	413	0	0
413	418	0.0	13.320		978	978	976	413	0	0
413	418	0.0	14040		978	978	978	413	2	0

CAPÍTULO 1

SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA E CONCEITO DE SEGURANÇA DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

1.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentamos as funções básicas dos EMS, juntamente com as Funções de Segurança e Estado do Sistema e as transições entre eles.

Em seguida é apresentado o EMS da CHESF juntamente com o Subsistema de Segurança. No final do capítulo destacamos algumas das novas metodologias emergentes, que podem ser aplicadas na avaliação da Segurança de Sistemas em particular a técnica de Reconhecimento de Padrões.

1.2 - FUNÇÕES BÁSICAS DOS CENTROS DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA EMS (ENERGY MANAGEMENT SYSTEM) [1.1], [1.2], [1.7]

A operação de um sistema elétrico de potência tem como objetivo principal manter, a todo instante, o equilíbrio entre a geração de energia e a demanda do sistema, assegurando níveis adequados de tensão e frequência, otimizando seus custos operacionais.

Essa tarefa se reveste de uma enorme complexidade, pois as decisões e ações requeridas para operação do sistema, levam em conta uma variedade de aspectos :

- mudança contínua nas condições elétricas
- capacidade e características dos equipamentos
- otimização dos custos de operação
- segurança da operação
- restrições operativas
- conhecimento de um conjunto de informações derivadas de medições realizadas no sistema
- etc.

Para que seja atingida a meta de suprimento de energia com confiabilidade e economia, torna-se necessário que os dados de operação das usinas, subestações e fontes

550	551	F 0.0	1.1500		1019	855	1291	551	0	0
550	551	F 0.0	1.1500		1019	855	1291	551	0	0
550	580	T 0.29403	3.7700392740						0	0
550	580	T 0.19503	3.1250463660						C	0
551	552	F 0.65703	3.5030	6007					0	0
551	556	F 0.0	17.200		1000	1000	1000	-561	63	65
551	557	F 0.0	16.480		1000	1000	1000	-561	63	0
551	561	F 0.31001	1.6700	2863					0	0
551	561	F 0.31001	1.6700	2863					0	0
561	563	F 0.0	12.850		1001	726	1117	563	0	0
561	563	F 0.0	12.850		1001	726	1117	563	0	0
561	568	F 0.0	33.440		976	775	1075	-565	33	40
561	568	F 0.0	33.290		976	775	1075	-565	33	40
568	565	F 0.0	13.050		1000	1000	1000	568	33	40
568	565	F 0.0	13.200		1000	1000	1000	568	33	40
570	572	T 0.0	2.4700		1100	1100	1100	570	0	0
570	1300	T 0.20002	2.6800271300						650	0
571	572	F 0.0	0.4100		1088	1088	1088	571	0	0
571	573	F 0.0	35.630		1000	1000	1000	573	0	0
572	574	F 0.0	10.090		1000	1000	1000	572	0	0
574	575	V 0.0	33.080		1000	1000	1000	574	0	0
580	588	F 0.0	2.4300		1100	1100	1100	580	0	0
530	590	F 0.36604	4.7770510290						D	0
530	590	im C.24503	9.610602300						0	0
551	582	s 0.0	0.1600		1054	1054	1054	581	C	0
533	581	F 0.0	47.600		1014	900	1100	583	0	0
581	588	F 0.0	0.4300		1033	1033	1033	581	0	0
582	586	F 0.0	6.7000						0	0
582	587	F 0.0	6.7400						0	0
585	588	T 0.0	11.230						0	0
590	591	F 0.0	1.1100		1045	1045	1045	590	0	0
590	1400	F 0.18502	2.3540231800						0	0
590	1400	T 0.12201	9.210278410						0	0
591	592	F 0.0	0.1600		1054	1054	1054	591	0	0
591	593	F 0.0	6.5100		1025	900	1100	593	100	120
591	594	F 0.0	0.1600		1054	1054	1054	591	0	0
592	596	F 0.0	6.7000						0	0
592	597	F 0.0	6.7000						0	0
593	595	F 0.0	4.1350		1000	1000	1000	593	0	0
594	598	F 0.0	6.7000						0	0
621	623	F 0.0	12.920		1032	726	1117	623	0	0
623	624	F 0.0	28.590						0	0
701	730	F 1.44007	7.6500	13180					0	0
701	731	F 1.44007	7.6500	13180					0	0
713	711	F 0.0	42.520		1049	918	1122	713	0	0
711	718	F 0.0	15.095		971	900	1100	-713	0	0
711	721	F 0.79004	0.0400	7580					0	0
711	721	F 0.79004	0.0400	7580					0	0
711	782	F 3.96002	1.820	36660					133	250
713	716	F 0.0	13660		1000	1000	1000	713	0	0
713	716	F 0.0	13400		1000	1000	1000	713	0	0
718	713	F 0.0	-0.605		1000	1000	1000	718	0	0
718	715	F 0.0	6.3050		1000	1000	1000	718	0	0
721	723	F 0.0	13.950		999	726	1117	723	0	0
721	723	F 0.0	12.992		999	726	1117	723	0	0
730	735	F 0.0	55.000		957	957	957	735	0	0
730	782	F 2.23001	11.940	20620					0	0
731	782	F 2.23001	11.880	20560					0	0
740	750	F 0.20001	1.8800195000						0	0
740	750	F 0.15001	1.9000192540						0	0
751	750	F 0.0	1.3900		1030	1030	1030	751	0	0
752	750	F 0.0	1.3900		1030	1030	1030	752	0	0
752	750	F 0.0	1.3800		1030	1030	1030	752	0	0
751	753	F 0.11000	0.5700	1040					0	0
751	753	T 0.11000	0.5700	1040					0	0
751	757	F 0.0	12.920		971	726	1117	757	0	0
751	776	F 0.0	4.8840		1022	1022	1022	776	0	0
751	777	F 0.0	4.9080		1022	1022	1022	777	0	0
751	782	F 0.46002	2.4600	4260					0	0
751	782	F 0.45002	2.4500	4060					0	0
751	802	F 0.21001	1.6400	4920					0	0
751	842	F 0.36002	2.6400	9480					0	0
752	757	F 0.0	12.810		971	720	1117	757	0	0
752	760	F 0.0	20.480		1025	1025	1025	752	0	0
752	761	F 0.0	20.510		1025	1025	1025	752	0	0
752	762	F 0.0	29.770		1025	1025	1025	752	0	0
752	770	F 0.0	16.990		1025	1025	1025	752	0	0
752	771	F 0.0	16.900		1025	1025	1025	752	0	0
752	772	F 0.0	16.880		1025	1025	1025	752	C	0
752	773	F 0.0	17.100		1025	1025	1025	752	C	0

FILE: JANLEVC DADOS B1 VM/XA 2.1 Express - CMS 5.6 - Level 9002C

752	774	F	0.0	17.100		1025	1025	1025	752	0	0
752	802	O	.42002	.2100	3820					0	0
752	822	C	.35001	.7900	3340					0	0
752	822	O	.35001	.7900	3340					0	0
752	852	O	.37004	.7100	7780					0	0
752	881	C	.54007	.8400	14700					0	0
776	778	O	.0	3.3330						0	0
777	779	O	.0	3.3330						0	0
782	788	O	.0	29.600		971	848	1065	-786	0	0
782	789	O	.0	31.850		971	855	1058	-786	0	0
782	881	L	.41007	.5000	12920	1000	1000	1000	788	0	0
788	786	O	.0	18.050		1000	1000	1000	789	0	0
789	786	O	.0	13.720						0	0
786	806	F	.15.80047	.470	820					0	0
786	806	F	.15.80047	.470	820					0	0
788	791	O	.0	0.0660		1000	1000	1000	788	0	0
789	792	O	.0	-0.083		1000	1000	1000	789	0	0
791	793	O	.0	26.250		1000	1000	1000	791	0	0
792	794	O	.0	26.250		1000	1000	1000	792	0	0
802	806	O	.0	14.360		974	843	1053	805	0	0
802	806	O	.0	13.440		974	843	1053	806	0	0
802	822	O	.28001	.4710	2540					0	0
802	842	O	.20001	.6400	4920					0	0
806	810	O	.0	6.9100		1000	1000	1000	806	0	0
806	811	O	.0	7.3100		1000	1000	1000	806	0	0
806	819	O	.0	78.800		980	980	980	806	10	12
806	819	O	.0	77.900		980	980	980	806	10	12
806	843	F	.840020	.570	360					0	0
806	843	F	.840020	.570	360					0	0
819	815	O	.0	31.570		1056	1056	1056	819	25	30
822	822	O	.15000	.7900	1360					0	0
822	824	O	.15000	.7900	1360					0	0
826	826	O	.0	12.930		980	726	1117	826	0	0
826	826	O	.0	13.050		980	726	1117	826	0	0
826	830	O	.0	7.1780		1000	1000	1000	826	0	0
826	831	O	.0	7.2070		1000	1000	1000	826	0	0
842	843	O	.0	12.880		969	726	1117	843	0	0
842	843	O	.0	13.210		969	726	1117	843	0	0
842	843	O	.0	13.210						0	0
843	845	O	.0	0.7000	1780	1000	1000	1000	843	0	0
843	846	O	.0	8.9000		1000	1000	1000	843	0	0
843	846	O	.0	11.860		1000	1000	1000	843	0	0
843	856	C	.44007	.3500	120					0	0
843	856	C	.44007	.3500	120					0	0
852	856	O	.0	13.200		998	850	1050	856	100	120
863	852	O	.0	31.780		1062	957	1170	863	0	0
864	852	O	.0	46.570		1066	963	1179	864	0	0
856	865	O	.0	36.800		1004	1004	1004	856	0	0
881	883	O	.0	12.990		999	804	1098	883	0	0
881	883	O	.0	13.040		999	804	1098	883	0	0
881	901	C	.33001	.090	23000					0	0
881	902	C	.370020	.910	36460					0	0
883	885	O	.0	9.0000		1000	1000	1000	883	0	0
883	887	O	.0	8.3700		1000	1000	1000	883	0	0
883	884	O	.0	33.080		1000	1000	1000	885	0	0
887	886	O	.0	16.280		1000	1000	1000	887	0	0
901	902	F	.153007	.9000	15040					0	0
901	902	F	.153007	.9000	15040					0	0
902	904	O	.0	11.800		1040	800	1100	904	0	0
902	904	O	.0	11.800		1040	800	1100	904	0	0
902	904	O	.0	32.245		1040	800	1100	904	0	0
902	918	F	.0	65.500		1002	856	1056	-915	0	0
902	919	F	.0	65.125		1002	856	1056	-915	0	0
904	912	O	.0	22.495		1000	1000	1000	904	0	0
918	910	O	.0	49.100		1000	1000	1000	918	0	0
919	911	O	.0	49.925		1000	1000	1000	919	0	0
918	915	O	.0	-2.150		1000	1000	1000	918	0	0
919	915	O	.0	-2.225		1000	1000	1000	919	0	0
915	920	O	.0	62.770		1045	1045	1045	915	14	17
915	921	O	.0	62.640		1045	1045	1045	915	0	0
915	922	O	.0	62.450		1045	1045	1045	915	0	0
915	932	O	.10.00015	.900	1490					0	68
932	942	O	.13.60021	.500	2020					0	68
942	943	O	.0	27.500		960	960	1260	943	20	27
943	945	O	.0	47.500		1000	1000	1000	943	8	10
943	953	O	.16.23023	.760	340					953	20
953	955	O	.0	36.850		1025	1025	1025	953	300	28
1301	1300	O	.0	3.5600		898	898	898	1301	0	95
1301	1311	C	.78004	.0000	7500					239	0
1301	1311	C	.78004	.0000	7500					239	0
1301	1313	O	.0	12.870		996	883	1117	1313	0	97

FILE: JANLEVC DADOS B1 VM/XA 2.1 Express - CMS 5.6 - Level 9002C

1311	1318	0.0	31.800	950	950	950	•1313	00
1311	1319	0.0	31.075	950	950	950	•1313	00
1311	1321	1.42007	2800	13680				00
1311	1331	2.700013	900	26260				00
1313	1314	20.58041	490	720				00
1313	1316	0.0	24.700	994	900	1100	1313	00
1313	1319	0.0	24.925	994	900	1100	1313	00
1317	1314	0.0	12260	1002	947	1160	1317	00
1317	1314	0.0	12250	1002	947	1160	1317	00
1317	1315	0.0	18.150	1000	1000	1000	1317	00
1319	1316	0.0	18.205	1000	1000	1000	1319	00
1321	1331	1.30006	6700	12520				00
1333	1331	0.0	59.550	1015	927	1133	1333	00
1333	1331	0.0	61.050	1015	927	1133	1333	00
1331	1341	3.850020	820	36420				00
1341	1343	0.0	32.280	1004	726	1117	1343	00
1341	1351	5.060027	490	49100				00
1343	1345	0.0	15.150	1000	1000	1000	1343	00
1351	1352	0.0	35.333	986	726	1117	•1353	00
1352	1353	0.0	53.322	1014	926	1126	1353	00
1352	1353	0.0	-0.756	1000	1000	1282	1352	00
1352	1355	0.0	14.230	1322	1227	1000	1352	00
1400	1405	0.0	4.0700	1100	1100	1100	1400	300 330
1400	1410	0.22502	872028481C					00
1400	1410	0.14802	8440342060					00
1401	1422	0.0	37.120	1000	1000	1000	1401	00
1401	1402	0.0	37.120	1000	1000	1000	1401	00
1401	1405	0.0	6.1800	1050	1050	1050	1401	160 176
1401	1403	0.0	-0.770	993	993	993	1401	00
1401	1409	3.095016	740	31330				00
1402	1403	0.0	-0.760					00
1402	1404	0.0	9.8560					00
1402	1404	0.0	9.8560					00
1406	1403	0.0	9.8500					00
1410	1413	0.0	5.9300	1073	1073	1073	1406	100 110
1410	1419	0.0	1.920	1050	1050	1050	1410	00
1410	1420	0.0	3.4460	1075	1075	1075	1410	00
1410	1421	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1422	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1423	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1424	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1425	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1426	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1427	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1425	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1429	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1410	1430	0.0	3.4400	1075	1075	1075	1410	00
1411	1413	0.32104	1610422660					00
1412	1413	0.0	24.350					00
1413	1414	0.0	24.350					00
1416	1413	0.0	28.200	1016	850	1050	1414	00
1416	1417	0.0	13.020	997	726	1117	1416	00
1418	1413	0.0	28.200	1016	850	1050	1417	00
1418	1415	0.0	-0.110	1000	1000	1000	1418	00
1430	1438	0.0	5.3800	1000	1000	1000	1418	00
1430	1439	0.0	1.7500	1100	1103	1100	1430	00
1431	1433	0.0	1.7500	1100	1100	1100	1430	00
1431	1435	0.0	18.150					00
1431	1437	0.0	6.1000	1050	1050	1050	1431	00
1431	1433	0.0	6.1000	1050	1050	1050	1431	160 176
1431	1439	0.0	-0.207	1073	1073	1073	1431	00
1431	1441	0.0	-0.207	1073	1073	1073	1431	00
1431	1441	0.47503	3300	12120				00
1436	1433	0.47503	3300	12120				00
1436	1439	0.0	3.0700					00
1441	144	0.0	3.0700					00
1441	1451	0.0	4.6500	1000	900	1100	1442	00
1441	1451	0.18401	2900	4710				00
1451	1452	0.18401	2900	4710				00
9999		0.0	4.6500	995	900	1100	1452	00

DARE 1 IMPR

*** COMPLEXO PAF • UBS ***
 *** AREA CENTRO ***
 *** SUDESTE DA BAHIA ***
 *** AREA SUL ***
 *** AREA LESTE ***
 *** AREA NORTE ***
 *** AREA OESTE ***

FILE: JANLEVC DADOS BI VM/XA 2.1 Express - CMS 5.6 - Levei 9002C

9
11
12 *** PAQ ***
13 *** PAR ***
14 *** UIT ***
15 *** ACL ***
16 *** SALGEMA ***
17 *** TAC ***
18 *** CS-RCD ***
19 *** 3GI ***
20 *** MFR ***
21 *** NED ***
22 *** GED ***
23 *** SID ***
24 *** CRO ***
25 *** DSS ***
99

EXLFP RCVG CREM CTAP MATH MAIL QLIM
TITU

* * * EQUIVALENTE AREA * * *

03'8.'sf'07'ss & 9''11'''''' ^

9999
TITU

* FLUXO DE POTENCIA APOS EQUIVALENTE * * *

EXLFP RCVG RLIN RSIS CREM CTAP MATH MAIL QLIM
00 0.945 1.055
01 0.945 1.060
02 0.945 1.065
03 0.945 1.075
04 0.895 1.055
05 0.930 1.055
99

DGER IMPR
3 0 0 1640 46 7
4 0 0 240 6 3
50 0 0 260 7 4
1300 0 0 500 14 2
9999 0 c 875 24 9

DCIG IMPR
1 1
2 1 -2
-2 -2
3 1 -2
4 1
-4 -2
5 1
-5 -2
6 1
-6 -2
-13 -2
8 1
-8 -2
-49 -2
10 1
-10 -2
-39 -2
12 1
-12 -2
13 1
-13 -2
14 1
-14 -2
15 1
-15 -2
16 2
-16 2
-17 2 1 172.0 110.7
-18 3 1 91.9 23.0
-19 3 1 147.0 45.3
19 3

FILE: JANLEVC DADOS B1 VM/XA 2.1 Express - CMS 5.6 - Level 9002C

-1	C	270.0	0 0	410.0	154.0	410.0	410.0	0.0
2C	3							
-1300	0	120.0	0 c	175.0	15.0	175.0	175.0	0.0
21	4							
-141	e	0.0	0 0	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0
22	4							
-205	0	0.0	0 c	0.0	-18.2	0.0	0.0	0.0
23	5							
-222	2	-10.0						
24	5							
-140	2	-200.0						
25	5							
-113	2	41.6						
9999								

EXCT RCVG RLIN RSIS CREM CTAP MAIH MAIL QLIM MOCT MOG MOCF
FIM

APÊNDICE -A.3.3

Siglas Utilizadas no Sistema Reduzido

Sigla	Nome da Subestação	Número do barramento associado	Nível de tensão em KV
PAQ	Paulo Afonso IV	1	500
PAF-BP-1	Paulo Afonso - Barramento 1	3	230
PAF-BP-2	Paulo Afonso - Barramento 2	4	230
UIT(ULG)	Itaparica (Luiz Gonzaga)	50	500
AÜD	Angelim	100	500
AGL	Angelim dois	101	230
AGL	Angelim dois	103	69
RLD	Rio Largo dois	111	230
RLÜ	Rio Largo dois	113	69
TAC	Tacaibó	121	230
PRD-	Pirapama dois	131	230
PRD	Pirapama dois	133	69
RCD	Recife dois	140	500
RCD-BP-1	Recife dois	141	230
RCD-BP-2	Recife dois	142	230
BGI	Bongi	152	230
		156	69
MRD	Mirueira dois	191	230
		193	69
(f)NN	Goianinha	201	230
		203	69
		205 e 206	13.8
MSD	Mussuré dois	211	230
		213	69
CGD	Campina Grande Dois	222	230
		226 e 227	69
		235	138
		236	13.8
NID	Natal dois	241	230
		243	69
STD	Santa Cruz dois	252	138
CRD	Currais Novos dois	262	138
		263	69
		265	13.8
STD	Santa Cruz dois	269	138
BNü	Bom Nome	401	230
MLG	Milagres	411	230
SMD	Santana dos Matos dois	474	138
		475	69
		476	13.8
SJI	São João do Piauí	570	500
CCD	Cicero Dantas	701	230
ITB	Itabaiana	711	230
ÜLÜ	Olindina	740	500
SBD	Sobradinho	1300	500
		1301	230
JZD	Juazeiro da Bahia dois	1311	230

OBS : Alguns barramentos foram excluídos por se tratarem de artificios para modelamento de transformadores e disjuntores no programa em uso.

APÊNDICE -A.3.4

Definição dos Limites Operativos das Grandezas Monitoradas

A.3.4.1 - DADOS DE LIMITES PE TENSÃO

Grupo de tensão	Tensão mínima em p.u	Tensão máxima em p.u	Barramento
0	0.945	1.055	PAF-BP-1 PAF-BP-2 AGD AGL (230 E 69) RLD (69) TAC PRD RCD (500 E 230) BGI MRD GNN MSD CGD NTD STD CRD BNO MLG [TB SMD SBD (69) JZD
1	0.945	1.060	RCD (BP-2-230 KV)
2	0.945	1.065	CCD OLD SBD (500 KV)
3	0.945	1.075	PAQ UTT SJI
4	0.895	1.055	RLD (230 KV)

primárias de energia, sejam apresentados de uma forma organizada, permitindo aos operadores a execução rápida e precisa de ações sobre o sistema, tanto em situações normais quanto em emergências.

Da limitação humana no processamento de grandes quantidades de informações, surgiu a necessidade de concentra-las e ordená-las, poupando os operadores da execução de tarefas rotineiras, surgindo assim os Centros de Controle e Supervisão de Sistemas.

Os elementos básicos de um centro de controle são os sistemas de aquisição de dados e comunicação, os sistemas de computadores e programas, as interfaces homem-máquina, e os operadores.

As funções desses centros de controle podem ser divididas em três grupos : controle da geração, controle supervisão e funções de segurança em tempo real.

Os centros de controle mais tradicionais conhecidos como sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), se limitavam às funções de aquisição de dados analógicos (tensão, potência ativa e reativa, frequência, etc.) e lógicos (abertura / fechamento de chaves e disjuntores) e de funções de controle supervisão ou telecomando, conhecida como função AGC (Automatic Generation Control).

Um Sistema do tipo SCADA é ilustrado na Figura 1.1.

Cada subestação de um sistema elétrico que se deseja supervisionar, possui uma Unidade Terminal Remota (UTR) responsável, pela coleta periódica (a cada 2 segundos por exemplo) de medidas analógicas e lógicas e pela execução dos comandos de controle supervisão requisitados pelo AGC, provenientes da estação central.

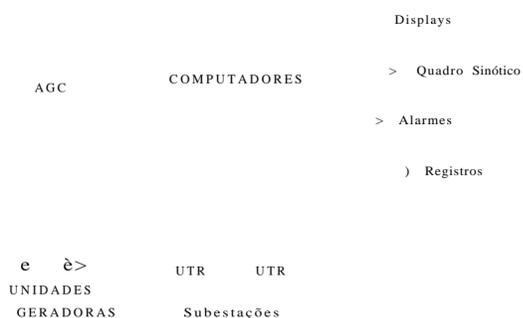


Figura 1.1 : Aquisição de dados, consistência das informações e alarmes, registro de informações, controle supervisão, visualização e monitoração das informações

Todas as informações adquiridas pelo sistema SCADA através de "softwares" específicos, podem ser visualizadas pelos operadores sob forma de "displays" unifilares de subestação/usina, onde são mostrados barramentos, disjuntores, chaves.

A.3.4.2 - DADOS DOS LIMITES OPERACIONAIS DE CARREGAMENTO DE LINHAS

Linha	Nº- de Circuitos	Carregamento em M V A
PAQ/PAF	2	600
PAQ/UTT	1	1299
PAQ/AGD	1	1299
PAQ/OLD	1	1299
PAF/AGL	4	239
PAF/BNO	3	239
PAF/MLG	2	340
PAF/CCD	2	239
PAF/ITB	2	239 e 295
UIT/AGD	1	1299
UIT/OLD	1	1299
UIT/SBD	2	1299
AGD/RCD	2	1299
AGL-230/AGL-69	3	33
AGL/RLD	3	239
AGL/RCD	3	239
AGL/CGD	1	239
AGL/TAC	1	315
RLD-230/RLD-69	3	115
TAC/CGD	1	315
PRD-230/PRD-69	3	100
PRD/RCD	2	239
RCU-500/RCD-230	3	600
RCD/BG1	3	239
RCD/MRD	3	239
RCD/GNN	2	239
BG1-230/BG1-69	3	100
MRR-230/MRR-69	3	100
GNN/MSD	2	239
MSD-230/MSD-69	2	100
CGD/GNN	1	159
CGD-230/CGD-69	2	100
CGD/NTD	2	159
CGD-138/CGD-69	2	50
CGD-230/CGD-138	2	50 e 55
NI D-230/NTD-69	3	100
SI D/CGD-138	2	46
STD/CRD-138	1	48
BNÚ/MLG	2	201
S.11/SBD	1	650
SBD-5007SBD-230	1	300
SBD/JZD	2	239

A.3.4.3 - DADOS DOS LIMITES DE REATIVO DOS SÍNCRONOS

Síncrono	Limite Mínimo em MVAU	Limite Máximo em MVAR
RCD	-105.0	150.0
GNN	-20.0	9.0
NID	0.0	40.0

A.3.4.4 - DADOS DOS LIMITES DE GERAÇÃO ATIVA E REATIVA

Usina	Geração Ativa Máxima	Geração Ativa Mínima
USQ	2050.0	0
LAF (USU.USÚ.USI)	800.0	0
un	1250.0	0
USB	1050.0	0

* Para geração reativa foram considerados os mesmos limites da geração máxima, ex : USQ : ± 2050.0 MVAR.

** Os valores desses limites foram obtidos do n° de unidades configuradas no caso base analisado vezes sua potência nominal.

APÊNDICE - A.4.1

**Valores da Função de Fisher para todas as Variáveis do Sistema em
Estudo e Variáveis Seleccionadas em Função do Fator de Correlação**

i .lhf DsMIHI K: i DI Kr it SP.OIH
i lies iiii...ioi .util >.786 25-0,3 9a 10sci/s20

in in'/m de Atribui i pela licnica de Fisher

Nome do arquivo de ontrade : I.dalTchesf.dal

ik-iii d>. i't[Ulv(> it iirtj < ; i...inj(h< f04>Oll I

ii-iii \o arquivo »L. v. tor d; normalIZAQCvj : [-datJchesf04.dal

bimen&co maxima do v&t-or de caracter*&ticas s 292

VaJor m m e da Funaco di »her s 0.00o

va.lor inaximo da autf. rorr« taoco - 0. 100

>.. mt-hs CD du vetor padreo s ?92

11.iii-T C de 'etoree padiries da clas&c i ^ 5

Nzmero de vetores padruca d.» classi 2 : ?

i MU Oi D de I :i Bhei : Cooi ileuada

0,;<<	26 1
0.000	
0.008	1S1
O O O ? _'	i .-1
0.00	242
0.0>//	2Mi
0.00 '	%A
0.007	1.»'
Ö.Ö07	£&:
0.00/	150
0.. 006	159
0.006	
O.0'Q6	
0.006	
0.006	9
0-006	230
0.006	
0.006	u62
Ü.. 006	L5(3
0.006	139
0.006	29 J
0.006	9 5
0.006	/
0.006	60
0.006	1
0.. 306	
0.006	J i 6
0.. 006	96
0.006	S3
0.006	9:-

Pa * lu i: LISI ;"» i tu lu FESENOUI
Filos ...ill.iv)-l .OUI **9.706** .a.. 25-Ou 93 10

0.006	76
0.006	U
0.006	V
0.005	<5.:
0.005	•1
0.005	l
0.005	o
0.005	10i
0.005	2 51
0.005	hi i
0.005	255
	246
0.005	265
0.005	21
0.005	10
0.005	20 >
0.005	62
0.005	; <i>m</i>
0.005	2>v
0.005	>05
0.005	1V1
0.005	188
0.005	227
0.005	
0.005	4.2>
0.005	1.1
0.005	203
0.005	. 05
0.005	51
0.005	204
0.005	284
0.005	i i
0.005	38
0.005	•i
0.005	87
0.005	77
0.005	77
0.005	
0.005	01
0.005	•11
0.005	1\{
0.005	280
0.005	fil
0.005	69
0.005	66
0.005	IV i
0.005	86
0.005	35
0.004	65
0.004	266
0.004	63
0.004	64
0.004	67
0.004	
0.004	82
0.004	171
0.004	59

Paths .l.lu.. 11) i li sr-~~amr~~
 I I I t e f CHESFÖ4 ulli 9.786 .a.. 25-v3-93 10*37:20

o.. 004	179
0.0 >\	H
(>. 004	
0 .00 J	.: i
o.. 00-i	70
0.00-1	121
0.004	173
0. 004	1..7
0.001	125
0..004	180
0.004	210
0 .,004	20/
0 .004	73
ö,00 i	' ?:
Ü .00 1	/ 6
0 .,004	t'l
0.004	
0.. 004	m
0.. 004	!..
0.. 004	ii; '
0.004	1,
0.00 1	Zis
0.004	63
0..004	278
0.004	80
0,004	1 1/
o.. 004	274
0 .,0-1	135
0.004	15,
0, 004	11
0.004	'49
0.00 1	124
0.004	i 5
0.004	201
0 0"1	J'i 1
W..004	..>3
0,004	71
0.004	*!>2
0.004	1 10
0..004	2.16
0.004	134
0,004	228
0.004	228
0.004	ii;..
0.. 00 !	1
0.004	254
Q.,004	! 0..
0.. >0j	9f!
0.004	93
▼ .004	1,1.-
0 .004	
0.004	12.:
0-00 1	240
0.004	IB
0 .004	231
0.00 1	148
0.004	90

I .titi D; Ual RS LUI m II >fe(i)III
iii>. .ht;i.'l .OUI V.7«6 ...t.. 25-03 93 10:37:20

o.oo-1	«; 56
0.00i	11..
0.004	1u.
0.004	1/;.
0.004	202
0.004	101
0.004	11 i
0.004	£69
0.004	54
0.004	. 4.
0.004	100
0.004	4.
0.004	11-
0..004	. 15
0.004	129
3.004	
0.004	V i
0.004	10
0..004	5::
0.003	4.06
0.003	130
0 .00;	1 i
0.00 .	1SS
0.003	1o ;
0.003	136
0.003	15
0 003	212
0.003	L2'
0.003	1 3:
0É003	43
0.003	2/0
o.oo.:	.20
0.003	244
0.003	209
0 003	15 .
0.003	21 i
0.003	218
0 .)03	128
0.003	213
0.003	217
0..003	192
0.003	119
0.003	i 42
0.003	1 i 1
0.003	53
0 003	14>3
0.003	51
*'.003	253
0.003	42
0.003	,
0 .oo...	282
0.003	200
0.003	133
0.003	198
0.003	4
0.00i	1
0.003	165

I th: D:\[SERS I IJCIÖ\IESE\QUT
Files UU.3F01 7.786 25-03-93 10:37s20

0.002	2/1
0.002	284
0..00.	260
0..002	?
0..002	J /<*
0..002	108
0..002	161
0..002	23 2
0.002	263
0..002	1 10
0.002	1 1.
0.002	.s
0.002	118
0..00/	i77
0.002	157
0.002	98.
0.002	55
0.00..	290
0.002	1;i2
0.002	\$1
C o o 2	16,
o..002	2 i ?
0.002	1 ..0
0 002	24/
0.002	3 j
0.002	1.- 3
0.00/	j n
0.00..:	.. 34
0.001	105
0.001	20/
0.00.1	2/
0.00 1	3.
0.0 (h	3:8
Ö.Oü1	1 5.
O.Oo1	23 w
0.001	20
0..001	1. 1.
0..001	2% 1.
0.001	226
0.001	289
0.001	162
o.001	250
0. 00 1	50
0.00 1	.0. J
0.001	224
0.001	.05
o..00J	1 69
0. 301	117
0.00 1	268
0..001	3 2
0.001	35
0.001	L49
0.00 1	1 04
0.00 1	3 1
0..001	37
0.001	111
0.001	20-

Paths D : MRS .I IH.li .TE8E\ÜU1
 ri lei CIL'Sr'O'1 .niil 9.786 .av.. 25-03*93 10:37:20

0 .A)i	141
0 .001	256
0 .001	1 8
. .001	195
0 .001	49
0 .001	..
0 .001	2 6
0 .001	12
0 .001	17
0 .001	.41
(...001	><
0 .001	26
0 .001	AL*
0 .001	i > ?
0 .001	44
0 .001	..
0 .001	164
0 .000	Z*
0 .000	40
0 .000	4
0 .000	13
9 .000	1
0 .000	10 /
0 .000	19<
0 .000	1 S
0 .000	120
0 .000	.27
0 .000	11 ,
0 .000	1 23
0 .000	- 73
0 .000	43
0 .000	190
0 .000	47
0 .000	L03

Coordenadas seleccionadas (8) :

i:oord	F	tor Horm.
. 64	0.007	i.150E+01
	0.002	9.136E-03
1. 0	0.002	8.113E+00
1. 0	0.002	2.0i m of
2.67	0.001	1.2531: <01
17.5	0.001	6.405E+00
	0.001	2.533L -'03
1.20	0.000	1.108E+00

ih u n o do I i d i l d a d e s i . . .

Paths m Mis! KM lit IF USE SOM
 File: llll.OI O'i: l.lui 1.289 25-03 93 7:1 1:2,

...t.</'... (M. HIR Ifou*-as pela Licença de Pesca

Nome do arquivo de entrada s C.datlchesf.dat
 Nome do arquivo de saída da : l.i>.ii!Jchesf04v>>ov>1
 Lernt do arquivo ii>. v. im normaliz2aUGO : L.dal lchesf045.dal
 u•in*üi*•1* maxima do vetor (if? caracteristicas : 292
 .lur m/wiimo da Função de distri s .J.000
 ••!>ler iiiJ*! I iio da auto correiaoco s 0.450
 U i.ii rvê I ti du • Q I oi padi cã s v.
 ii.ii, tu «ii vi'loil... i> >ii ties i.> classe I
 I I .niero de vetores pariri»*s - I . . . classe «: . :
 I üenãas s«leccionadas 10 i :
 leu r i l . 1 Vê. l u i N o i . d
 26-1 0.009 1 .1501: t01
 261 0.003 .021 m o o
 0.002 9 .136E-03
 249 0.002 .A.141E101
 168 0.002 .0171»01
 256 0.00 1 .1 .-1871' .00
 44 0.001 a .381E-03
 1.0 0.000 1 .10811+00
 123 0.000 r .044E+00
 47 0.000 i .615E-02
 i i l i r i o d t Fidelidade .0%

transformadores, "shunts", geradores, linhas de transmissão, acompanhados dos valores analógicos e lógicos de chaves e disjuntores telemididos, além de alarmes e registros associados a qualquer violação de limites operativos, e de um quadro sinótico onde é apresentada uma visão sistêmica da conectividade da rede, carregamento de linhas de transmissão, existência de alarmes associados etc.

Com o aumento da demanda de energia, associado ao crescimento econômico do país e particularmente das regiões, os sistemas de potência foram evoluindo para um aumento da capacidade de geração instalada, dos recursos de transmissão de energia, malhamento da rede elétrica, interligação com sistemas de outras regiões, tornando sua operação ainda mais complexa.

Como consequência, a operação dos sistemas elétricos de potência passou a exigir não só as funções de aquisição de dados e controle supervisão, como também ferramentas que permitissem aos operadores a avaliação da vulnerabilidade desse sistema, face às possíveis ocorrências de contingências, tornando então possível a monitoração de sua segurança. Essas ferramentas foram adicionadas aos centros de controle tradicionais através do desenvolvimento de sistemas de monitoração e análise de segurança em tempo real, e passaram a ser chamados de EMS.

A diferença fundamental entre um BMS e o sistema SCADA é o nível de processamento que as informações (telemididos) recebem antes de serem apresentadas ao operador, além do sistema de monitoração e análise em tempo real.

Nos sistemas tradicionais do tipo SCADA, as medidas analógicas e de "status" de disjuntores/chaves são apresentadas ao operador praticamente na forma que foram recebidas, a menos de alguns testes de consistência. Nos EMS além do processamento mais elaborado das informações provenientes da função de aquisição de dados, executam-se funções avançadas de análise de segurança, que passam inicialmente pela modelagem da rede supervisionada no seu estado atual, o que envolve o Configurador e o Estimador de estado, até a avaliação da Segurança do Sistema através dos programas de análise de contingências e fluxo de potência.

A partir das informações recebidas sobre o "status" de disjuntores/chaves, o configurador determina a topologia atual da rede. Utilizando-se da topologia da rede, de parâmetros do sistema armazenados no banco de dados e das telemididas de grandezas analógicas, o estimador de estado fornece o estado (magnitude e ângulo das tensões) das barras que constituem o sistema supervisionado. A partir da modelagem da rede supervisionada (sistema interno), pode-se obter um modelo do sistema elétrico incluindo áreas não supervisionadas (sistema externo), através da utilização de representações aproximadas (circuitos equivalentes). De posse da representação do sistema elétrico, pode-se efetuar estudos envolvendo as funções relacionadas com a segurança do sistema (fluxo de potência, análise de contingência etc...).

Para um melhor entendimento das seções subsequentes, vamos apresentar alguns conceitos referentes a "segurança" e "estado" dos sistemas elétricos de potência.

I àtha 1): USE RS I HCJO f:ñi \OU1
ill.: CHÈÈFO:S ,0111 1.287 .a.. 25-03 93 10824:36

Soll (Ko ìs: i.iribui:.. pela licnca lie r-i&hei

Nome Mo arctuivo tie entr ida : [.dat'jchesf.dat
Nome do aroaive. di saffida : I oui |cftesf05«o»»1
:lt..sit- do »I ut* \ ' <> do vetoi --** norma Liza pco .. ll..4a I |< hes i05.da I

li.ijio.o >!** IDI < ìf..cii i»*2. ìii classe 2

I•ilm di'nadas seleciopad s (loi s

IuOrti	I	••Un Nor At.
' 4	0.009	1.150E+01
	0.003	2.914E+00
Jib	0.002	6.128E+01
10fi	0.001	L.739E+00
I..	0. I	9.B91E+01
2 18	0.001	.333E+01
44	0.001	8.381E-03
13	0.000	1.391E-02
19	0.000	5.462E-03
120	0.000	4.108E+00

or M H io ilc I ilie] m ide ; 2.0".

i ,*hi OI UJSEI • I U< 10 H bf.diJi

i ile: il il-Si Ô55 .OU i 1.50S 25-03 -93 9» 16:26

>.i » d. r.ti ibut02 pol»* licnica de Fisher

Huiii' do arquiivo < entrada : i .daI |. he >i »daI

lii.ii di. arquivo de sa/wda s [.oui n. 5(,» 1055...t. I

Nome •!(• arquivo tio vetoi I« normaliza(7ce ; L -da tlchesf055.dai

ri iii »v .o intuiu, da vetor de características s 292

'Jaloi HI ait)im' da i11111UCA) de »isher s .1.000

Valor máximo da auto corri i-i/n:« = 0.550

Oi in (MI • io 'li. vetor u<«di >o - 292

11. iii-i. de vetores pad« «es d • classe I : S

il'ini.ii. rte vetores parti tic-s rto classe 2 - .'

Coordenadas selecionadas (12) :

Loord.	I	Vi lor Norm.
264	0.009	U1&0E+0J
282	3.003	a.914E+00
I L	0.003	ÍI.403E+01
53	0.002	>.274E-0i
LO!	0.001	1.739E+00
169	0.001	9.391E+01
149	0.001	2.563E+00
•/	0.001	1.396E--Ö2
138	0.001	4.418E+0Ö
44	0.001	... >8IE -03
I '.	0.00	L. 762E+00
I I	0.000	i. 108E+00

' i il ino di i i di I » iiadi • t .• 3".

i'.1;... []: USER&Ni11C1u'rE8E\0U]
I...: i•ii.81'•• .ni11 I . .54<! . « * . . £9 03 /3 v ij >s08

•i li./«(.. de Atributos nela ficnica de Fisher

l-iome do arquivo <l. Dhtrade : [.daljchest.dat
II:ME do arquivo do saaria . I .ou i lche•. #06.ou I
Nome do arquivo do » t.oi d< normalizaoco s [.datjehesf06.dat
himen<o maxima do « I . - I de caracterosticas : 25*2
'•'lot .iim•imo da I in\QQQ •in I isnor : 0.00o
".«l(n u.aximo da .ilit. con i.uy.t. : 0.6>0
111 iii.11 >i>i iio vetor i'.<.di".o s 292
ii.-ni.iu di vtores paui/e da classy I s 5
11ini r.> di vtores padres d« classo 2 a

(JoordenAdas aeleeciontt daii i 17) :

in11'(i.	i	Vetoi Norm.
.64	0.009	. .150. »01
12	0.003	.. '1611 03
282	0.003	2.914E+00
I 1	0.002	2. L59E+00
11	(.002	•L. 158E *0.1
j m 267	0.002	2.017E+01
	0.00:1	1.253E M>1
	0.001	i- L8E-02
2<	0.001	5.482E-03
14 ?	0.00 1	... 163E '00
i	0.001	1.637E+00
V1	0.001	B. .311 03
13	0.000	1.391E-02
19	0.000	5.462G 03
1 20	0.000	• I LOSE»-00
12..	0.000	2.044E+00
43	0.000	3.528E-04

i i i I i; i<< de li.i. lid. d' t 3.0.;

Path: Os t... iin;Li- it... i...
id: ... * .nui 1.879 ... :& * >3 v. 10*26s26

elecQ de Al1 il.n'l' *> ,«.l., I enu... ,le fishoi

Home do irquivo de entladt) : I ,dat hosI -da I
ileim do arquivo de : | oui lchesf07.out
Hon... do arquivo no *>.rloi do normalizatfco s l...l... lches'f07.dat
i>i-Men no maxima dr. vi toi di caracter/osticas s 292
'*-lor m«nimo da IMU/V. l isfter 0 000
0.,lel ihl l m da an'l a [x r l l l.,<G
P H: Hã i ũ do vi'ior l...l i
l l Hi. l, ill v e tor PS l...l l l e l a s s l
l l (H. r e e l l i e s l...l l < l . * . l t d l a s e
i3ooero«a(ias se l s t f * . l . da« (26) s

Cooi d.	l	Vetor Hom.
38	0.009	1...150E*01
10	0.004	...26 SE 00
11	0.001	4,273E+00
113	0.003	...950E+00
114	0.003	...914E+00
176	0.002	1,396E10.
11	0.002	1.80212»02
112	0.002	1.158E+01
11	0.002	9.136E-03
160	0.001	0 t toi:»00
168	0.002	2.017E+01
11	0.001	1.655E-03
11	0.001	5.788E-03
169	0.001	...891E*01
104	0.001	1.6371;+00
111	0.001	...69E»00
138	0.001	4.418E100
49	0.001	...10"i 03
15	0.001	2.8.>2E-03
11	0.001	8.381E-03
11	0.001	1.491E+00
11	0.000	1...50/11 02
11	0.000	5...1621;-02.
110	0.000	1...108E+00
11	0.000	2.350E03
4 i	0.000	5.528E-04

l l l l l i . . d F l d e i n l l l e : l l l

APÊNDICE-A.4.2

Classificadores obtidos em Função dos Coeficientes de Correlação

File: iVs mil•ilA: ... 11
file: r.CHE8045.UÜ1 1.019 .a-. 25 03 /> i i:32:00

Netodo de Fisher

25o 3/1993 nil 1:31:3 1-23

u ido do viñ tri*di« Ī

Nome do arquivo de dndoc da classe 1 : d:\l\lãt i l. M. M i ON ti... (Ml.«i ,cs045.da I
Nome do arquivo de dados da classe 2 : «I: users \Lucio\tese\dat\ci045.dat
File do «iqu»vo di s...ida : d:\users\lucio\tese\out\i ehi 045.oui
Uimem ao do volo, cai actei i tica : i..
Numero de protótipos da i l • se 1
Flumít. (le protol 11 00 «i,« < I «'se 2

** Solução **

1* 0) = 5. G..0I- «0 1
w(1) = 0 11 1 0 1
w(2) * 9511 - 02
w(3) = 3. 01
w(4) = 1. B85(o l
w(8) * h. 04 02
w(6) = 1. / VI
w(5) = 597E +02
w(8) = Ó. 02
w(9) = 322E - 02
w(10) = 1.503E +01

I •• 11 iio I Ias: I Mi ido.r :

** o i , .N i n ()

Z(1, 1) = 1. 1 > 1: «00 s i 1 V
Z(1, 1) = 1.075E+00 i f H I 1
Z(1, 1) = 1.3:1 V: K K) i H •
Z(1, n) = 1. H i / l. 1 0 0 MMN
Z(1, 1) = 1. 1 531 x00 * M l w

meio de «yros m> i i asse 1 = 0

** : lasse 2 ** « 1 >

Z(1, 1) = 1. > r » t « V) / 1 i l l i

P *tili A\0U li A8SH
I jle: CI HES04! .01)1 1.41S .a

/ (4,2) i .090K »00 * .irin
li 3,2) w 1.085E+00 -I .IMX
Z(4,2) * 1.081E KJ) * FMI)
li S,2) « 1.07 SE i-00 * I MX
Z< 6,2) = I .090Ê «<» * HMD
li *",2I I . I I . I »00 -I nuX

litun. M. de erros na Classe 2 ~ 0

Ilume I II I ut... I de er. oa ~ 0

1- .• III: A:\OUJ
t l l l s CCHEbl 0 l »tili I 1.570 "a-o > -v..i 9x43106

rtetodo de Fisher

.3/1993 lit* 9s 41 s 22.30

Dados de entrada s

Nome do arquivo de «ledos da classe 1 tj: \us l. lucio S lesesda t\cs04.da i
Nome do arquivo de dados da classe 2 ds .usei \lucio\tese\dat\ci04.dat
Nome do arquivo de «aida .. : * H - Iss Itu i L. Slese <ait\i i hesi F04.ou l
Dimensão do vetor característica 8
Numero de protótipos o., classe 1 5
Numero de prototipoi da classe 2

#4 *sol l:l:l:l, U

w(0) 6.46F»0 1
w(1) 9.6321 01
M i 2) 1.816t vil
H > j i 1.906E o;
W i q i 1.524E m
w(S i 6.289F- 03
M i 6) 1.000E-01
W c / j 9.22ÖE 02
w(8) 5»26 IE 02

« , u. do « l « « . f i . a d o r i

(;Lasse 1 *4 f >

l i 1,1) L..U7Et00 i i l v
Z e 2,1) * 9.0K. u i , frill
... 3<1) * /A: >0E 01 * Fl V
* < 4,1) * L.230E»oO * l'llm
2(5*1) «s • 1.059E »00 4 Hl V

Numero de erros fia Classe 1 :- 0

H* l l asst 2 ft « » «

... i , ,) s i .081EH)0 * JMN
2l ... , ,) 1.189E+00 4 3H1
3,2) - 1.144E+00 4 JMX

I Lie: "Li" > "i" ulli t.S/v) .a

/(4,2) ** 9.268E--01 l FML
> i I . . I I . . 046E-100 k FMX
2(6,21 = 1 .134E+00 * MMi
Zi 1 . 101E: i-00 * MUX

Numero de erros na Classe / ** 0

I luntet* u ioI.<I ùe erros o

Paths Asvnm
Files MIHM o...OU) 1.613 25-03-93 10:06s44

il.'todo il.- FlSilier

.it*/ 3/1993 «H 9i45s 12.02

Dados ih- entrada :

iiiiiii- do arquivo de dados d.. Liasse 1 : d:\users\tuc3o\tese\dat\ca05.dat
lioH,' do arquivo de dados da classe : d:\users\lucio\tese\dat\ci05.dat
Nome do arquivo de saída : d:\user.\LivcioN IéseVou INcenes f05.o.u t
Dimensão de v< tor caracterfstica : 10
liiiiie de protótipos i<< .!• > i : 5
iulm> !.. d< protótipos it.. IJ •. r 2 / 7

14 Solucae lu

0) - *6. ... i i 01
w(J1 9. 362C-01
wi 2) * il.
n(>> • 2.55E 02
w i i> ≈ 313E-02
W(ay « 1.447b 01
U (ó) 1..10-IL ol
Wí ?; ≈ 1.156E 01
w(• 0 s 1. •OSI oi
W(v i - .1.835E-0J
w i 10) - i 797E 02

l'es-ti- de i l., i i 11ador

«4 oia&se 1 %•*i 1

Zi (1,1) i.029E+00 .11-V '
Z(2,1) 1.072E+00 i ni i
Z(3,1) 1.027E+00 11v
Z1 (1,1) i.063E+00 i HTU
z< (1) 1..116E+00 * M V

114m,'ie ni' i i H.: #1 i i .E.se 1 « 0

U Liasf: se 2 14 i » i

1,2) 1.0761: »00 A

1.3 - CONCEITO SOBRE "SEGURANÇA" E "ESTADO" DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA. [1.1], [1.7]

1.3.1 - Segurança Estática do Sistema

Um sistema de potência, operando em regime permanente, está sujeito a dois tipos de restrições:

$$\begin{aligned} \text{restrições de carga } G(x) &= 0 \\ \text{e} \\ \text{restrições operativas } H(x) &\leq 0 \end{aligned} \quad (1.1)$$

onde G e H são funções vetoriais das variáveis de estado do sistema X (tensão, fluxo de potência, etc).

As restrições de carga são as equações do fluxo de carga do sistema e representam as injeções de potências ativa e reativa especificadas nas barras de carga, bem como as injeções de potência ativa nas barras de geração. Entre as restrições operativas estão os limites impostos às magnitudes das tensões nodais, aos fluxos de potência aparente nas linhas de transmissão e nos transformadores e as injeções de potência reativa nas barras de geração.

O conjunto de equações do problema de fluxo de carga é formado por duas equações para cada barra do sistema, cada uma delas representando o fato de as potências ativa e reativa injetadas em uma barra serem iguais à soma dos fluxos correspondentes que deixam a barra através de linhas de transmissão, transformadores etc.

Isto corresponde à imposição da Primeira Lei de Kirchhoff e pode ser expressa matematicamente por:

$$P_k = \sum_{l \in \Omega_k} P_{kl}(V_k, V_l, \theta_{kl}) \quad (1.2)$$

onde: P^a \rightarrow injeção de potência ativa na barra k ,
 Q_k \rightarrow injeção de potência reativa na barra k ,
 $k \rightarrow 1, \dots, NB$, sendo NB o número de barras na rede,
 Ω_k \rightarrow conjunto de barras vizinhas a barra k ,
 V^a, V_j \rightarrow magnitude das tensões das barras terminais,
 $\theta_{kl} = \theta_k - \theta_l$: abertura angular das tensões terminais do ramo $k-l$,
 P'_{kl} \rightarrow fluxo de potência ativa no ramo $k-l$,

	10111:	W:*(H)1	
	riif:	oi.111b1-05.DU1	1,6X73 .
<i>ii</i>	S,2)	a	1.11HEtO6 * <i>um</i>
<i>f</i>	(V		1.027E+00 <i>i</i> .nu
<i>I</i>	(4		1.039E+00 * FHD>
<i>z</i>	(.4:)		1.1&*1.00 * l ilx
<i>/I</i>	(.2) *		1.16e1:too * MWI
<i>Z</i>	(?.2) <		1..207E*00 * MMX
l ■■■ 011. <k i r r ó s na 1.1 an			0
I ■■■ 1 o t o t a 3 de orps			- 0

...fts SOU!
riii. I tlll.vv:i..llli 1,657 .a.m 2\$ 03 10s11si

h..i..i. de Fishei

2S J/1VV3 «« 10: 9«21.89

[>ados rie fill ada ;

Momi .le ..i.iuim- .o- ludos lia classe 1 - ds m ir*: \lui H." lese dai\cs085.da I
Nome Ou arquivo de dados da classe 2 : d:MIserMucios lese .datse i0 5.dat
II..(ne do ai QU'ie de tida : ds\usi rsslucio\t@se .outvi chesofi5«ou
Ijm(:ILao (Io ootGr caracte1s11ca : 12
Numero de protótipos da i Lasse 1 s
Numero de protótipos da classe 2

¶ beIUcaoIf

6.345Ei00
W< 1) = 8.004E 01
wi ..) = 2.2721: 01
w< iJ> 1.901E 01
w< 4) = 2.711E 01
w1 ~1 -2.&60E 01
iu(6) a 7.0M1. 0.i
w(7) a 1.960E 01
w< B) = 1.6881 02
wi 9> 1.0251 01
M(10) -4+44.1. 02
euJ1) 2.6601! 01
W1 1.) 2.2061 02

Ieste do 1laS11 i Cadid

>+ Classe 1 4* .i)

2 i 1,1) * 5.921E-01 1 d1U
li 2,1) ~ 5.921E. ul * 1111
i ... 1. t>.921f 01 i 11\
..(n,1) 5./<: I1 01 MMN
L(5..J» * 5.921i el * 11io

ilumei e m' eri Ds na oi.. >SS 1 0

•i.i 1.1...» 2 t t

.li.: *ét* *uvz*
i i it.. iChEbOf um *r.65/ .a*

li 1N0) = 5. VV111: 2.1 -1 .H111
ll (,*,:) - 5.921E 01 * .H10
21 * 3.2) ^ -5>.921f 01 * JWX
-f *1.) .921f 01 * I 111)
/< |>...) < 5. Vi: Ji * I MX
(-3.921E 0J * MMD
li 7,2) * -5.9211 0 I :| HbX

H111.1'1.. erros i. * 1 Iasso ..: = 0

I minci... to l . I de erios 0

APÊNDICE -A.4.3

Geração Aleatória de Padrões

A.4.3 - Geração Aleatória

Seja X_Q um padrão qualquer do conjunto de treinamento original. Queremos gerar aleatoriamente um certo número de padrões X em torno de X_Q .

Tomemos então :

$$(1 - 0 \leq \|X - X_Q\| < e, \quad 0 < f < 1$$

Assim, se :

$f = 1 \Rightarrow$ geramos pontos em toda hipersfera

$f = 0 \Rightarrow$ geramos pontos na superfície esférica

$0 < f < 1 \Rightarrow$ geramos pontos em uma casca esférica de densidade variável

a) Para $f=0$, temos $\|X - X_Q\| = e$ no R^d

$$\|X - X_Q\|^2 = (X - X_Q)^T (X - X_Q) = \sum_{i=1}^d (u_i - L_i)^2 = e^2$$

$\therefore (u_i - L_i) = \sqrt{\frac{e^2}{d}} = \frac{e}{\sqrt{d}}$ onde q é uma das coordenadas escolhida aleatoriamente

$$1/2$$

$$e^2 - 1 \left(\sum_{i=1}^{i^*} (u_i - L_i)^2 \right)$$

Assim, assumindo que :

$$H_i \sim M_0: \quad \forall d, \quad i = 1, \dots, d, \quad i^* \leq q,$$

temos que :

$$\forall d, \quad \forall d$$

$u: \sim U$

Logo :

$$H_d = \sum_{i=1}^d r_i \cdot \text{Sgn}(2r_i - 1) \cdot \sum_{j=1}^d (|4r_j - M_{0j}|)^{1/2}$$

$$r_i \sim U[0,1]$$

b) Para $f = 1 \Rightarrow \|X - X_0\|_2 \leq 6$

Assim, assumindo que $M_i = H_0$:

temos que :

$$H_1 - H_0 = \sum_{i=1}^d (2r_i - 1), \quad r_i \sim U[0,1] \quad i=1, \dots, d$$

de fato,

$$\sum_{i=1}^d (2r_i - 1) = \sum_{i=1}^d (2r_i) - \sum_{i=1}^d 1 = 2 \sum_{i=1}^d r_i - d$$

c) Para $0 < f < 1 \Rightarrow (1-f)e < \|X - X_0\|_2 < e$

Assim,

$$(1-f)e < 2 \sum_{i=1}^d (r_i - M_{0i}) \leq e$$

Assumindo que $M_i = H_0$:

temos que: $\sum_{i=1}^d (r_i - M_{0i}) \leq \frac{e}{2}$

Dessa forma podemos tomar :

$$v_i = \frac{(1-f) \delta + f \delta_i}{\delta + f \delta_i}$$

$$v_i = \frac{(1-f) \delta + f \delta_i}{\delta + f \delta_i}$$

$$v_i = \frac{(1-f) \delta + f \delta_i}{\delta + f \delta_i}, \quad r_i \sim U[0,1]$$

Como $M_i = \delta_j < \delta$, então

$$v_i = \frac{(1-f) \delta + f \delta_i}{\delta + f \delta_i}$$

Como estamos interessados apenas na geração de pontos que se encontram na casca esférica, então podemos fazer :

$$\delta_i = \delta + \text{Sgn}(2r_i - 1) \delta, \quad r_i \sim U[0,1]$$

Logo :

$$M_i = \frac{(1-f) \delta + f \delta_i}{\delta + f \delta_i} = \text{Sgn}(2r_i - 1) [1 + (r_i - 1) f]$$

Após a geração de cada padrão X , fazemos um teste para ver se ele se encontra próximo ou distante do hiperplano de separação das duas classes, SEGURA (C_1) e INSEGURA (C_2).

Para isso, é necessário utilizarmos o vetor peso W , determinado previamente pela técnica de Fisher.

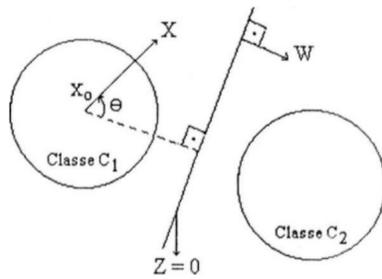


Figura A.4.3.1 : Representação do Vetor peso W no Espaço de Características

De acordo com a Figura A.4.1, podemos escrever :

$$Z(X) - Z(X_0) - WT(X - X_0) = \|X - X_0\| \cos \theta$$

pois $W^T W = 1$ e θ - ângulo entre W e $(X - X_0)$

Fazendo-se $V = \frac{X - X_0}{\|X - X_0\|}$, temos

$$Z(X) - Z(X_0) = \|X - X_0\| (W^T V)$$

Assim, um Padrão X gerado aleatoriamente está mais próximo do hiperplano $Z = 0$ do que o padrão original X_0 , se :

$$W^T V > 0, X_0 \in C_1$$

$$W^T V < 0, X_0 \in C_2$$

onde: $a = \text{Sgn}(C - 2)$, C = número da classe (1,2)

Dessa forma, se θ for próximo de 0° para C_1 ou 180° para C_2 , então a $W^T V$ será próximo de -1 que é a situação desejável (pontos gerados próximos ao hiperplano de separação).

Portanto na geração aleatória de padrões, utilizamos para constituir o conjunto de (este apenas aqueles que se encontrassem próximos à fronteira.

```

HI ni uOii IUn >>> ig \w.

.v . . . : > i-vi v.i . . . : > mM%WMt%*%M%*%mm*ji
i)

; L™te iToararao aoi Ci oaroes aleatoriamente ai
is uai toI*no cie paarao conneciao, per roa- 2J
I-ÿ necei'ifJo dentro ae unta calota hiperesfera ne *
V* raios i» -f»» .epsIôn o epsIon, com « restricaü *j
iÿ oo estarem próximo» ao mperolano ao separação :»,
i* nu«iilo aiY& o pro...imo cie zero *i
(» Recio . a» : : : ÜI 177.1.1. *i
iucio i i»» o i - i essa *
t,t ***** $%%%%>|%1%*i#o*#***** %ll *l.i.i»%,
uses ( r u

cons i
nmax IfüO! ni lo. máximo cie elementos ao comunto cio teste *j
ailia* • 40i iij inment«o maxima do vetor padrão Si
iGã *<... i.l ll.. llG (jesses diIOrBht*» *)

i/pe-
inalcoI™ l..Helll.
iBdi(i... s i... (n...
imil:(...) = I.,üüaA;
nearact = arrayf.mdiçeJ . OT mteaci;
vetor = ai b.a...ci I or real;
caract = array).indiee...nuiceJ.iidiceil OT reais
nome = strineldOII
h arq = array|i...nem i oi nomo;
«Vei = a*iyil...ciniof text;

Var
i i h : > >>> eans
a.npd.eros.ce : in toner;
i>: ion>i.aife.
epsmin,wc : real;
n : in car...ct;
w : vetor;
< : car...cti
name : I nome;
«i» ui : s rexi;
nome w : nome;
..i.i| i i i,arc| oul : x i i;
nome in snoua- ou i : n ã i q;

runctio sdnta : real i : integer;
boq in
i ta • o» then
R (l i I W-J
eise
son i Ü
fit0a I* ãum -t)
i unci iun LiLJiiVi.v.: : vetorJ : real;
var
i i : mieqei;
s : reals

= ■
ror ti i • i u.. u do

```

$Q_{kl} \rightarrow$ Fluxo de potência reativa no ramo $k-1$,
 $F^* \rightarrow$ componente da injeção de potência reativa devido ao elemento "shunt" na barra k , onde f_{o^*} é a susceptância "shunt" ligada a barra k .

Onde P_{j^*} e Q_{j^*} são definidas por:

$$P_u = (a_u V_k) \cos(\theta^* + \phi) - (i_a / V_k) V_i \sin(\theta_w + \phi) \quad (1.3)$$

$$Q^* = -(a_u V_k) - (b_u \cdot b^*) M Q^* i V^* V i b u c o s (Q_u + y_{ki}) - (o_{ki} \cdot V_k) V i g w s e n (\theta^* + \phi)$$

onde $a|j \rightarrow$ relação de transformação de corrente de um transformador entre o ramo $k-1$,

Considerando que: $Z^j = r^j + jX^j$ é a impedância do elemento série do ramo $k-1$,

onde $r^i \rightarrow$ resistência série

$X^j \rightarrow$ reatância série

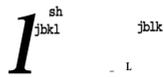
Se $g_{kl} + jb_{kl}$ é a admitância série respectiva, temos que g^j e b_{jj} são respectivamente condutância série e susceptância série dadas por:

$$g_{ki} = \frac{r_{ki}}{r_{ki}^2 + X_{ki}^2} \rightarrow \text{condutância série}$$

$$b_{ki} = \frac{-X_{ki}}{r_{ki}^2 + X_{ki}^2} \rightarrow \text{susceptância série}$$

que correspondem às variáveis definidas no modelo equivalente n de uma linha de transmissão, indicado na figura abaixo:

$$Z_{kl} = r_{kl} + jX_{kl}$$



$\theta_{kl} \rightarrow$ ângulo introduzido por um transformador defasador.

As expressões (1.1) foram montadas considerando-se a seguinte convenção de sinais:

- as injeções líquidas de potência são positivas quando entram na barra (geração) e negativas quando saem da barra (carga).
- os fluxos de potência são positivos quando saem da barra e negativas quando entram.
- para os elementos "shunt" das barras é adotada a mesma convenção que para as injeções.

Entre as restrições operativas estão os limites impostos às magnitudes das tensões nodais, aos fluxos de potência aparente nas linhas de transmissão e nos transformadores e as injeções de potência reativa nas barras de geração, que representam o conjunto de inequações que fazem parte do problema de fluxo de cargas, definidas por:

```

Li :- t* I vuq |*v<.|q i:
...M...
» lui; fi dOI x)

11111. 11111 normaiv s v<iarj : i'cai:
IHMA :- sqrt(11noviv.v))$
ends i* norma * »

innct.loi.rupiv : vc-ler > a real$
DOUJn
hlp :- wo » cioiiM.v):
• nil; In li) i)

Function rnd i réai:
IU.qili
vi vvt • j 01 i l I •' lu::n
rtvd »- z * ranoOlli i

nid j- i » irandom u * is
.R.a / » i rnd r.

procod«iri» Leia arquav<ct:
vai

i.1111 : integer;

begin
for i : • i to mm oi.
it# III
as&iqih&rq intij, d:Miser&iucio\tese\ual »nome mi i p .aat
'BSSetlaliI IliiII;
1'UII
loi I : I to ncJd (lo
»oi i :-' J. to ni i i do
bed i #
for i = 1 io d cio
readiarq .in:il,*i'i,:i,jl>:
readin(arq ihI # i.name);
<lui;
ior i : ) toni:Id »u i i o i l .\rq in | i | i;
«üsiqntarq w. (I:'.useI 6\iucioStBSONdal\ inonici o* .Qui
r'M.' : nitu ») #
i . adimarq w.woz;
ni' q : • i to d ill'
edadint.a* (| w »wi | i ) ;
11oseiarqwi;
i . u j : i ! lei. »arquivos$)
procedure calcule Bpsion minimo;
vai
i . i . «iH in11 s 11.iegei .
u' > IOu.U
; votOF;

boq m
epsmin : = ie*10j
i.Uro« s-ü:
ior i : i to ncidcl0
mi i : » 1 to ri | i : do
i..niii
foe > i S- i to d I ».'
viqI •••• A\q.], i i.

```

```

iii(J s* ..Uf.ii - -i-un0 1;
i> i ina - u) \m >
erros s* erros ^ 1;

i i e epsm "« D/wen
i.rpSAin *« /;
end;

ena: ( t calcule epsion mínimo

procedure c&icuie numere erras;
v..ii-
x . x , | , i.t.u : 1nliuix,
z real;
v i vi; lãt i
pegi ii
erroa us
for i := 1 to i.k.u
for i s= 1 l... i.i J i i i upü) cio
ilkq12)
for q : i to o cio
vi q I : i;
i : ** liipivj;
duci s= sqni i >> sqni . i ;
if < imi Ü) iheu
erros := erros » i;

i.-nu: i* c.icuie numero erros *)

uf IM.ouui (* iiii>K:Ad ix'.;
*Jr

i .iiiiiiiiii 4 : iiiiiccioi ;

I.H 13.
, ..U.IOMI iãr
cJi i ;
wnteini reparação ao um conjunto teste aleatório
w iitelns oritoin;
0123456789
wntet Dimensão oo vetoi padrão : ); readln(d),
wi ,io.in;
> 1 . i . iiii 2111111111
ioi 1 i (0 III. IU QO
D(C)H;
wr^tei Numero oo **ieinentos u« classe .,isi, s );
i c. au tni.i.ii Ii;
P tãS
>> iteins
for i := 1 to ... q1
liogJi.
wi »tei Nome oo arquivo de entrada da classe ..J I I , s );
i ead ini nome inu i);
end;
wrii.M Nomo cio ,ii'ijiii'.Ü do voloi peso : >;
read it i i nome w.s
i r \uf li i 1.1 . J j Iui-ii
iipciniax := nmax uiv ni i i i
ã i Se
iãpdmax s - nma < oiv ni . i La
t epeai
wrvtel Numer'o de padrões a acrescentar / padrão : i; readln(nptf i
n inpd > npdmax) then writelnf'Numero máximo ^ ,npdmax);
in. i i f ini'ii npomax J'j

```



```

ix Ulli
v1,S(L, * I
write(m i-reparaao UB um corouto teste aleatório
writeins writeins
write(jjjjj Valor .Hif11H.o cte epsion : ,epsmin-1o);
Mri Uni;
ce o;
Iepeai
ce := ce * i;
write(Valor oe epi ion (epsion * o) : ) « reatitepsionja
untiJ (epsion u);
Ii:11rat
ce := «o « ia
wntei Valor de i u> t ti ; reavot);
u.itii IO s y) and t1 - 1));
repeat
ce s « ce i il
write( Valor de alfa iü == alfa -1) : >; read(alta)5
until 11 ali. == ') and lalta
co s c o >;
vu ito in «
delia := epsion / bar t1; i];
write:1n;
.V. i tgl oz. i illuo m.VO. I'au'00!1 ... IS
Cl vnl.i.1 » ut>1; i l»vi;
cm: : « us
Tor 1 t' i t». ncici do
aeq1n
a3 * n1: i * 1;
for > : % i to u| i i DO
Oeil m
for » : .M 10 nunpd i do
Pegj1.
con1 : Uj
.epeai
the Ii padrao8
tor q : 1 to (1 110
viii'q l s» XLq,K,ij <01.1.1 1;
inn : not iii .iv2);
11r q : 1 to d do
writein
//il.qj s- 0.5 * wtqla
== n l : wLqJ + Sqn(J il) * v.:iq l t nm.
end;
con1 z * coit. * 1;
.i ii ont * IO00) then
beq1n
writeins
write(tni n.to consequi gerar paarao on. „conti4, tteraci
wnte( i.i.lrc coin novo valor de .A1»: ); read.1nia.1ta;5
cent := o;
end;
un 11 Li DO 11vi,vu) := a1Ta;
c2 ; * eu i ; ;
j1 iir n) thou ce := 1 I;
gotoxy( >u,iii :e)l write(ci&*ioo/clt'âti „ & );
.ad;
ni 1- ni » npd;
fill ..
end5
.nu s 11 i<rc>seen10 * *
pr0...? (jurosafvefo'iiu>Vos;

```

1.1.1.1 I H H H

def 1

```
wi i lulu;
oadJi.-
Iin' i :- 1 to ncllloo
beçijn
w: r: r: r: M o m. du arquivo de saioa da ciasEi , 1 S 1 * 3 ) ||
i ...din«non.i uti,l,i l>;
assiqntarq outu i, d:\userB\iucioVtese\oat' inomo i-ullij* -duIi;
i ewi iiiiirg ou l i l :;
rMI;
IM' J : l tã in l.: do
Tor i s- \ tu iiii | * i 11lipd) do
M-qJu
fõr q í- i lu d du
gji' i iei arq..ou113 I,xLq>j,i j:lo. \;
wi ».U-iii I arq um q i i);
uiiu;
lur i -i i lu in. in do iMiasútarq_outli));
M. dji i à tülve arquiVOS 201
```

peocédine ava.i.iu;

```
ra*
l.i i : i.hur;
```

begin

```
CA 1 CU I E JVUfliero . on oE;
wntein;
writelal Nilmero de erros no conjunto final : ,orros;;
wi J te)n;
wr.il.u Salvai arquivos do conjunto do teste iu/ii) j ;
ch : * readKey;
il (cr in L s , S l) tliin
»aive arquivos
wr i i o J H;
i-i i toi Sair ib/Mf ? )S
ch :- readRey;
i: i ch in L s , S I > tr.un
begin
rim : true;
cii@Cr;
tiii
eise
i indomizei
uui; i * avaLie *j
..Mj 1;
an.iC.i _iZc
i i i l idlso;
repeai
aci es-cen te;
avaJie;
M i i i t i i i . ;
end. i ü coniuio (ostefc)
```

APÊNDICE -A.4.4

Técnica do Incremento Proporcional

A.4.4 - Método do Incremento Proporcional

Vimos anteriormente que se duas classes C_1 e C_2 são linearmente separáveis, então existe um vetor V , tal que

$$V^T N > 0, \quad \forall N \in C_2. \quad (A.1)$$

O método do Incremento Proporcional (IP) está baseado em aproximações sucessivas do vetor peso aumentado V . Dessa forma, partimos de um vetor inicial $V(0) \neq 0$, normalmente obtido através da técnica de Fisher, e testamos a desigualdade (A.1) para cada elemento N do conjunto de treinamento $T = C_1 \cup C_2$. Assim, os valores consecutivos de $V(n)$ serão corrigidos sempre que um vetor padrão $X(n)$ for mal classificado, ou seja, $V^T N < 0$. Portanto, definimos o método IP por:

$$V(n+1) = \begin{cases} V(n) + p N(n), & p > 0, \text{ se } V^T(n) N(n) < 0, \\ V(n), & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (A.2)$$

Se n_1 e n_2 são os números de elementos das classes C_1 e C_2 do Conjunto de Treinamento, teremos que aplicar o método IP $K(n_1 + n_2)$ vezes, onde K é o número de vezes que testamos todo o Conjunto de Treinamento.

O critério de parada pode ser através de $K = K_{\text{max}}$, ou através da convergência da taxa de erro aparente.

Se utilizarmos $V(0)$ como a solução de Fisher, com taxa de erro aparente nula, o método IP converge em $K=1$ iteração. Dessa forma, obtemos a mesma solução de Fisher ($V(0)$).

Evidentemente, a utilização do método IP após o cálculo da FDLF só é recomendável quando as classes estão bem definidas. Caso a classificação a priori não seja confiável, devemos tomar alguns cuidados, pois poderemos estar forçando os resultados.

A importância do método IP está na sua simplicidade, além da sua característica de levar em consideração informações locais, pois proporciona um ajuste sempre que encontra um erro. Por outro lado, a FDLF leva em consideração o comportamento global das classes. Assim, o método IP representa uma ferramenta que deve ser utilizada em conjunto com a FDLF.

Existem vários outros métodos iterativos que também podem ser utilizados, mas que não foram considerados no presente trabalho. Optamos pela aplicação conjunta da FDLF e do método IP.

APÊNDICE - A.4.5

Classificador Final Ajustado para $\epsilon = 0,21$

i>lii.. In USI i; . l th u- . E.:A.'Giii
: ill.: li,l/l: .Jill 5-.624 .a... 02 05-93 11837:28

Método de Fisher

5/ t./ 1993 HU 11:37: y. o

Dados de entrada s

Nome do arquivo de dados da classe 1 d: Mititi S\luCÍO\lfeSe alai -.csi121 -a.- I
Nome do arquivo de dados da classe 2 d: Miser&\lucio\tese\dat\cit1 <i> ».da i
Nome do arquivo de dados da classe 3 d: au,, /s .lucioNtese\out\cti2J .eut
Dimensao do vetor caracteristica 10
Número de protótipos da classe 1
Número de protótipos da classe 2 yi

*** bolucaO E

Uli ū) ***9.46<>EK>1
M(1) ~ 2.958E 01
w(i.Mdi: oi
W1 oi "»
M(<J) < 1. /?//e." -01
w(ō) a 7.354E- 02
O í ó) - 4.169E 01
w(7) 3 .1.282E 0i
w(Ū) < /./lot:: oi
w(9) * 3.246E-01
O (10) < 1..o:;..E 01

iOSle no ciassifiçador

i.Lasse i ** (*)

/i 1.1) < y./ouit: oi *
li 2.1) a ~Q.802E-01.
ti 3.1) * -1.690E100 *
ii = 9.737E-01
li ā,11 = 1. /<.61 »00
ci 6.1) < 3.984E . *1
li 7.1) = 1 ..VaM. dl *
U 8.1) • ****2.922E • 01
li 9.1) * +7.69511 03 *
Zi LOJ1 - -5.945E-02
li J1.1) = -3.5841 01

Pathi Di\USERS\LUCIO\TESE\OUT
File: CT121 .OUT 5.624 .a.. 03-05-93 11:37:28

```
z< 12,1) • -8.115E-02 *  
li 13,1) • -2.177E-01 *  
li 14,1) = -2.865E-01 *  
li 15,1) B -3.722E-02  
li 16,1) • -2.0B5E--01  
li 17,1) -2.614E-01 *  
li 18,1) n -5.048E-01  
li 19,1) -5.801E--01  
li 20,1) -2.747E-01 •  
li 21,1) • -4.771E-01 *  
li 22,1) • --1.845E-01 *  
li 23,1) = -3.622E-01 4  
li 24,1) -3.796E-01 4  
li 25,1) • -2.685E-01 4  
li 26,1) < -1.064E01 *  
li 27,1) a -2.603E 01 *  
li 28,1) = 4.974E-01  
li 29,1) m -2.459E-01 *  
li 30,1) B -1.321E+00 i  
li 31,1) = -1.012E+00 4  
li 32,1) a -1.331E100 4  
li 33,1) = -1.006E+00 1  
li 34,1) H -1.234E+00 *  
li 35,1) B -1.300E+00  
li 36,1) • -1.190E+00 *  
li 37,1) a -1.062E400 *  
li 38,1) -1.272E+00 *4  
li 39,1) • -8-239E-01 i  
li 40,1) -9.087E-01  
li 41,1) • 1.440E1 »00 *  
li 42,1) = -2.690E.-01 ii  
» 43,1) -5.076E-01 *  
44,1) a -3.788E-01  
li 45,1) a -4.104E-01 *  
li 46,1) = -4.762E-01 1  
li 47,1) a -6.191E 01 4  
li 48,1) a -5.203E-01 »  
li 49,1) a -7.882E-01 1  
li 50,1) a •-5.435E-01 *  
li 51,1) a -6.257E-01 *  
li 52,1) a -6.266E-01  
li 53,1) a -7.109E 01 1  
li 54,1) a -1.339E+00 *  
li 55,1) a -1.288E+00 %  
li 56,1) a -1.679E+00 %  
li 57,1) a -1.326E+00 %  
2( 58,1) a -1.486E+00 %  
li 59,1) • -1.487E+00 %  
li 60,1) a -1.608E+00 %  
li 61,1) a -1.445E+00 i  
li 62,1) a -1.638E+00  
li 63,1) n -1.299E»00 *  
li 64,1) = --1.716E+00 4  
li 65,1) a -1.264E+00 i
```

Numero de erros na Classe 1

$$\begin{aligned}
 & \dots \wedge V_k \wedge \dots \\
 & Q_k \wedge Q_k \\
 & \dots \wedge P_o
 \end{aligned}
 \tag{1.4}$$

onde: P_i \rightarrow fluxo de potência aparente nas linhas de transmissão e nos transformadores,

V_k \rightarrow magnitude da tensão da barra k ,

Q_k \rightarrow injeção de potência reativa na barra k .

Ao conjunto de restrições (1.1) pode-se acrescentar as chamadas restrições de segurança, cuja definição está associada a um conjunto pré-estabelecido de contingências mais prováveis de ocorrer.

O novo conjunto de restrições passa a ser:

$$\begin{aligned}
 & \text{restrições de carga } G(x) = 0 \\
 & \text{restrições operativas } H(x) < 0 \\
 & \text{restrições de segurança } S(x) = 0
 \end{aligned}
 \tag{1.5}$$

onde S é uma função vetorial que consiste em todas as restrições de carga e restrições operativas para cada uma das contingências listadas, ou seja, para cada uma dessas contingências o sistema deve satisfazer as restrições de carga e restrições operativas.

1.3.2 - Estados do Sistema e Transições entre Eles

Baseando-se nas definições das restrições de carga operativas e de segurança apresentadas anteriormente, pode-se definir quatro estados de operação do sistema :

a) Estado Normal Seguro ou Estado SEGURO

Neste estado são obedecidas as três restrições.

b) Estado Normal Inseguro ou Alerta ou Estado INSEGURO

Neste estado as restrições de carga e operativas estão atendidas, e as de segurança não são atendidas, ou seja, na ocorrência de pelo menos uma das contingências pre-estabelecidas, haverá violação das restrições de carga e/ou das restrições operativas.

c) Estado de Emergência

laths Di\U8ER8\LUCI0\TE8E\OUT
File: CT121 .DDT 5.624 .a.. 03-05-93 11:37:28

** Classe 2 ** I + I

Zi	1,2)	a	1.338E+00	*
Z<	2,2)	a	1.080E+00	
Zi	3,2)	*	7.476E-01	
Zi	4,2)	as	6.401E-01	*
Zi	5,2)	as	1.387E+00	*
Z<	6,2)	-	B.419E-01	
Zi	7,2)	S	1.396E+00	
Z(	8,2)		9.201E-01	
Z(	9,2)		6.972E-01	*
Zi	10,2)		B.75BE-01	
Z(	11,2)	=	7.374E *01	
Z<	12,2)	as	a.193E 01	*
Z(	13,2)	n	8.498E 01	*
Z(	14,2)	=	7.186E 01	
Zi	15,2)	*	*a.279E 01	
Z(	16,2)	a	7.556E-01	*
Z(	17,2)	=	i.096E+00	*
Z(	18,2)		9.857E 01	*
Z(	19,2)	*	6.327 01	
Z(	20,2)	m	7.311E-01	
Zi	21,2)	=	6.069E-01	*
Z(	.....)	a	4.221E-01	*
Zi	23,2)	n	6.889E 01	l
Z(	24,2)	a	5.027E-01	
Zi	25,2)	a	6.946E-01	
Z(	26,2)	*	6.371E-01	*
Zi	27,2)	a	C 885E *01	4
Zi	28,2)	a	7.481E-01	*
Zi	29,2)	..	7.309E 01	i
Zi	30,2)	=	6.567E *01	*
Zi	31,2)	a	6.425E-01	*
Z(	32,2)	=	3.533E-01	
Zi	33,2)	a	4.214E-01	
Zi	34,2)	a	.. 263E-01	*
Zi	35,2)	a	1.614E *01	*
Zi	36,2)	a	1.625E *01	*
Zi	37,2)	OE	1.720E-01	
Z(	38,2)	*	1.331E-01	*
Zi	39,2)	a	1.197E-01	
Zi	40,2)	=	.. 023E-01	
Zi	41,2)	a	O-268E-01	*
Zi	42,2)	B	1.589E-02	*
Zi	43,2)	sc	5.839E *02	i
Z(	44,2)	<<	5.424E 01	*
Zi	45,2)	=	8.185E 02	
Zi	46,2)	*	4.016E-01	
Zi	47,2)	a	7.249E Oâ	1
Zi	48,2)	=	2.753E *01	*
Zi	49,2)	a	3.427E 01	
Zi	50,2)	B	2.463E-01	
Zi	51,2)	B	1.971E-01	
Z(	52,2)	a	560E 01	*
Zi	53,2)	*	4.593E-01	*
Zi	54,2)	*	xi.201 E 0.1	*
Zi	55,2)	a	.. 695E-03	

lath: Di\U8ERS\LUCIO\TESE\001
File: Cli21 -OUT 5.624 .a.. 03-05-93 11:37:2*

li 56,2) - 1.035E+00 4
li *.72) - 8.065E-01 *
li 58,2) 1.044E+00 *
li 59,2) 1.002E+00 *
li 60,2) 8-693E-01
li 61,2) e 1.024E+00
li 62,2) a 8.605E-01 *
li 63,2) * 9.500E 01 i
li 64,2) rs 1.109E+00 %
li 65,2) a 1.034E+00 4
li 66,2) K ? .403E-01 4
li 67,2) a 1.084E+00 *
li 68,2) a 3.701E-01 4
li 69,2) t 4.149E-01 i
li 70,2) a 4.465E-01
li 71,2) a 3-131E 01 *
li 72,2) a 4.402E-01
li 73,2) a 3.477E-01 *
li 74, t-) a c .302E-01
2 (75,2) a .966E-01 4
li 76,2) a 4.900E 01 *
2 (77,2) * 3.986E 01
li 78,2) a 5.360E-01
li 79,2) a 3.129E-01 *
li 80,2) a 1.095E»00 *
li ai,2) r- 1.05/E+00
li 82,2) ss 8.538E-01 *
li 83,2) a 1.361E»00 *
li 84,2) a 1.216E+00 4
li «5,2) a 1.419E+00 i.
li 86,2) a 1.227E+00 *
li 87,2) a 1.163E+00 •
li 88,2) a 1.182E+00 H
li 39, * 1.068E+00
li 90,2) a 1.256E400 »
li 91,2) s= 1.018E+00 4

Numero de erros na Classe 2 ~ 0

Numero total de erros = 0

Neste estado as restrições de carga estão atendidas, mas há violações nas restrições operativas e de segurança.

d) Estado Restaurativo

Neste estado as restrições de carga estão parcialmente atendidas, as restrições operativas estão atendidas e as de segurança não estão atendidas.

A Tabela 1.1 e a Figura 1.2 ilustram as condições para cada estado e as possíveis transições entre eles.

ESTADO	RESTRICÇÕES		
	CARGA	OPERATIVAS	SEGURANÇA
SEGURO	ATENDIDA	ATENDIDA	ATENDIDA
INSEGURO	ATENDIDA	ATENDIDA	NÃO ATENDIDA
EMERGÊNCIA	ATENDIDA	NÃO ATENDIDA	NÃO ATENDIDA
RESTAURATIVO	ATENDIDA PARCIALMENTE	ATENDIDA	NÃO ATENDIDA

Tabela 1.1 : Síntese do atendimento às Funções de Restrições versus Estado do Sistema

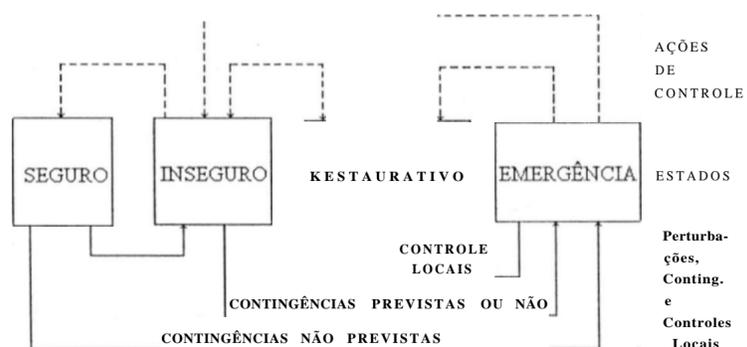


Figura 1.2 : Estados de Operação do Sistema e suas possíveis transições

Podemos então classificar as funções de segurança de um sistema elétrico de potência essencialmente como funções de : **previsão, diagnóstico e terapêutica.**

Na **previsão** é feita a seleção de todas as contingências possíveis no sistema, classificando-as de acordo com um índice de prioridade em função de sua importância para a segurança do sistema. O **diagnóstico** seria a própria identificação da segurança do estado atual do sistema no que diz respeito à lista de contingências definida na previsão, enquanto a **terapêutica** seria a aplicação da estratégia corretiva.

Portanto, nas fases de **diagnóstico e terapêutica**, um sistema de gerenciamento de energia deve executar de modo rápido e eficiente as tarefas descritas a seguir :

- a) Usando medidas do sistema em tempo real, identificar se o estado do mesmo é normal (**Seguro** ou **Inseguro**).
- b) Supondo que o sistema esteja no estado normal, determinar se ele se encontra no estado **SEGURO** ou **INSEGURO** e qual estratégia de segurança deve ser aplicada, caso se encontre no estado **INSEGURO**.
- c) Caso o estado não seja **NORMAL**, aplicar :

C1) A estratégia de segurança adequada para tornar o sistema normal, caso ele esteja em estado de emergência.

C2) Caso o sistema esteja no estado restaurativo, aplicar a estratégia de segurança correspondente.

Dos conceitos apresentados nos itens anteriores podemos concluir que é desejável se manter o sistema elétrico de potência o maior tempo possível no estado normal **SEGURO**

Portanto, uma das funções de um EMS é permitir que os operadores supervisionem a segurança do sistema, identificando o seu estado corrente e encontrando soluções que o mantenham ou o conduzam para o estado **SEGURO**.

1.4 - Q Sistema CHESF [1.3], [1.4], [1.5]

A Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), subsidiária do grupo ELETROBRAS, é responsável pelo fornecimento de energia elétrica aos estados do Nordeste compreendidos entre a Bahia e o Ceará, através de suas concessionárias e consumidores industriais.

A capacidade instalada do sistema gerador da CHESF é de 6.827 MW, dos quais 93% correspondem as usinas hidroelétricas e apenas 7% as usinas térmicas. A geração de energia da CHESF concentra-se nas usinas hidroelétricas do Rio São Francisco, aonde

localiza-se o complexo de Paulo Afonso I, II, III, IV e Apolônio Sales, totalizando 4.424 MW, e as usinas de Sobradinho, Itaparica e Piloto com capacidade de 1.802 MW, totalizando 6.226 MW só no Rio São Francisco, ficando o restante distribuídos nas usinas de Boa Esperança, Funil, Pedras, Araras, Curemas e as térmicas de Bongí e Camaçari. O sistema elétrico da CHESF, por outro lado, é atualmente formado por 13.114,7 Km de linhas de transmissão dos quais 2.278,7 Km em 500KV e 10.836 Km em 230 KV, caracterizando-se por extensas linhas com características radiais, sujeitas a um crítico controle de compensação de energia reativa.

No sistema de transmissão, destaca-se a interligação NORTE-NORDESTE, operada em conjunto pela CHESF e pela ELETRONORTE que liga Sobradinho a Belém (subestação de Boa Esperança a Presidente Dutra), através de 1.700 Km de linha em 500 KV.

As Tabelas 1.2 e 1.3 ilustram a capacidade de geração e capacidade de transformação e linhas por classe de tensão respectivamente. A Figura 1.3a e 1.3b apresentam a configuração atual da malha primária do sistema elétrico da CHESF e a Figura 1.4 apresenta o quadro sinótico existente na sala do Centro de Operação do Sistema da CHESF (COS).

USINAS	POTÊNCIA (MW)		
	INSTALADA	EFETIVA	DISPONÍVEL
PAULO AFONSO I	180,00	174,00	116,00
PAULO AFONSO II	480,00	443,00	292,00
PAULO AFONSO III	864,00	800,00	600,00
PAULO AFONSO IV	2.460,00	2.460,00	2.460,00
SOBRADINHO	1.050,00	1.050,00	1.050,00
ITAPARICA	1.500,00	1.500,00	1.500,00
APOLONIO SALES	440,00	400,00	200,00
BOA ESPERANÇA	235,30	216,00	108,00
FUNIL	30,00	30,00	0,00
PEDRA	23,00	20,00	20,00
ARARAS	4,00	4,00	0,00
CUREMAS	3,52	3,52	1,76
PILOTO	2,00	2,00	2,00
TOTAL HIDRÁULICAS	7.271,82	6.347,76	6.347,76
BONGI	142,50	140,00	0,00
CAMAÇARI - I	290,00	200,00	0,00
CAMAÇARI - II	56,10	60,00	40,00
TOTAL TÉRMICAS	488,60	400,00	0,00
TOTAL SIS TEMA	7.760,42	7.502,52	6.387,76

OBS : 1) Os dados de potência acima indicados, tem base mensal relativa ao dia do requisito máximo de demanda (29.04.92).

Tabela 1.2 : *Capacidade de Geração do Sistema CHESF*

TENSÃO SUPERIOR TRANSFORMADORES	NATUREZA DAS SUBESTAÇÕES	POTÊNCIA - MVA		VARIÇÃO (%)
		31.03.92	30.04.92	
500 KV	ELEVADORAS	5.565,00	5.565,00	-
	ABAIXADORAS	5.700,00	5.700,00	-
230 KV	ELEVADORAS	3.071,50	3.071,50	-
	ABAIXADORAS	7.963,25	8.063,25	0,84
138 KV	ELEVADORAS	99,00	99,00	-
	ABAIXADORAS	212,57	212,57	-
115 KV	ELEVADORAS	93,20	93,20	-
69 KV	ELEVADORAS	37,70	37,70	-
	ABAIXADORAS	357,70	357,70	-
44 KV	ELEVADORAS	5,00	5,00	-
	ABAIXADORAS	2,50	2,50	-
33 KV	ELEVADORAS	0,00	0,00	-

- Número de Instalações Energizadas : 73 (Inclui 4 Seccionadoras)

- LINHAS DE TRANSMISSÃO

TENSÃO	NÚMERO DE LINHAS	EXTENSÃO TOTAL (KM)
500 KV	19	2.659,200
30 KV	120	11.105,800
138 KV	8	588,000
69 KV	20	347,300

Tabela 1.3 : Capacidade de Transformação e Linhas Instaladas por Classe de Tensão do Sistema CHESF

I.T-DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA 16

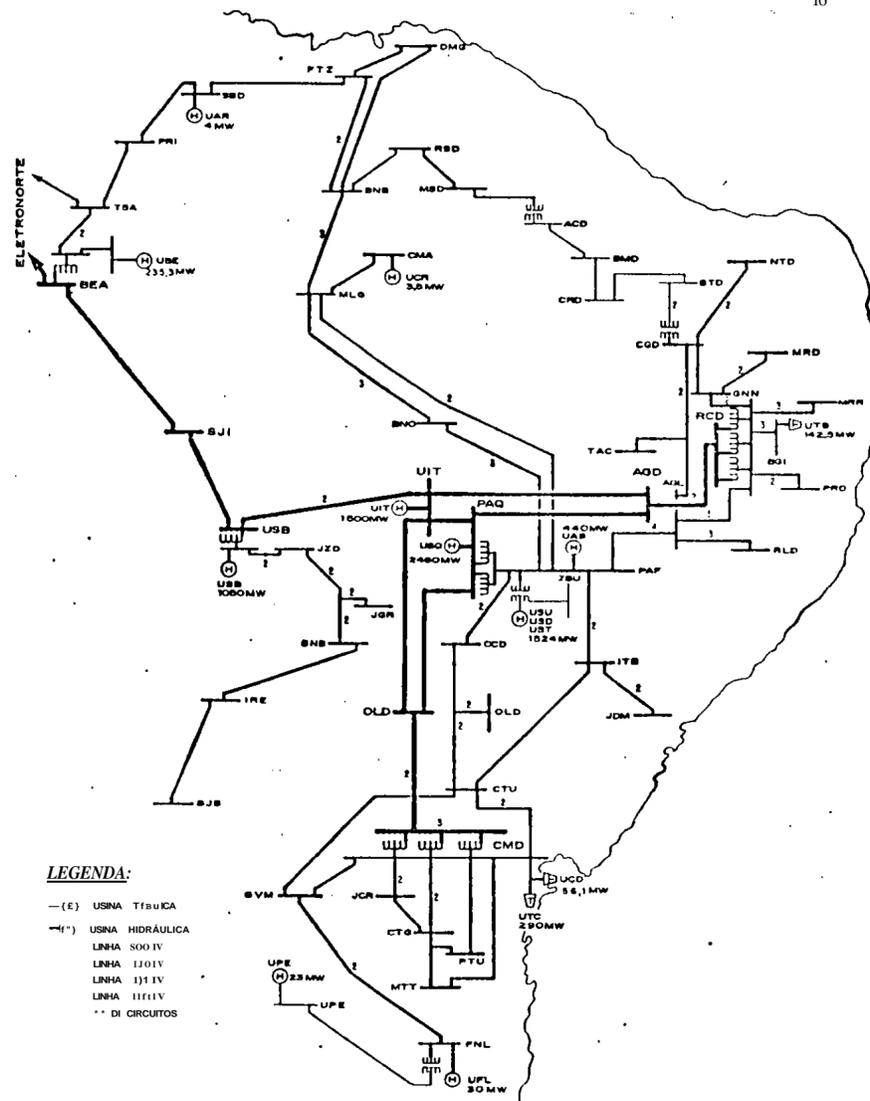


Figura 1.3b : Diagrama Unifilar do Sistema CHESF- Representação Geográfica

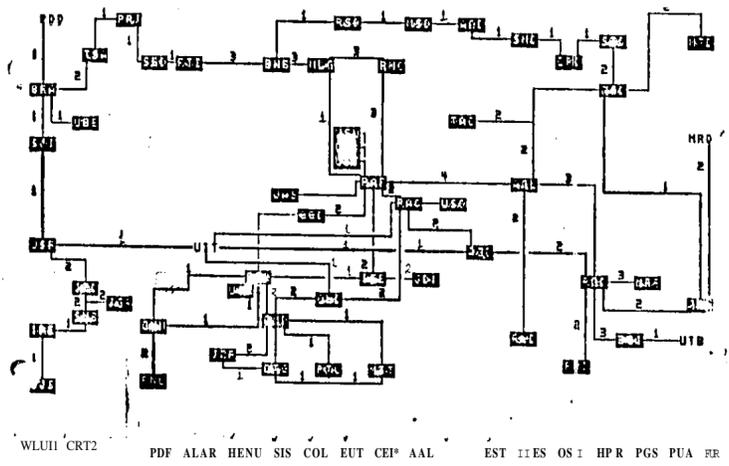


Figura 1.4 : Cópia do Quadro Sinótico CHESF

1.4.1 - OEMS da CHESF

A CHESF hoje, tem instalado um avançado sistema de controle c **supervis&O**, que opera com uma rede de computadores, com características de dualidade e **redundância**, (configuração MESTRE/RESERVA, composta por seis processadores conforme ilustra a Figura 1.5).

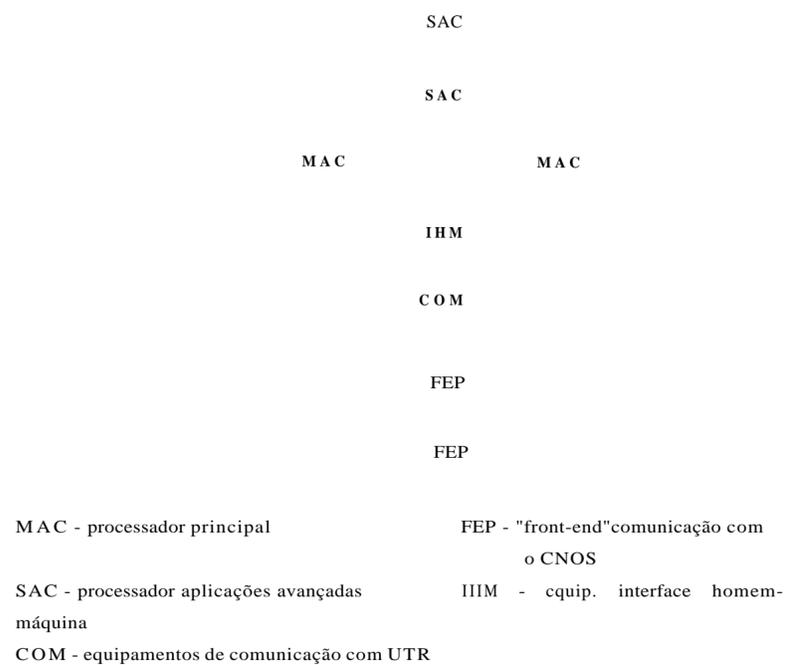


Figura 1.5 : *Configuração do SCS (Supervisory Control System)*

Os **MAC** são os processadores principais da rede, e a eles estão conectados : o sistema de comunicação com as Unidades Terminais Remotas (UTR); e os equipamentos de interface Homem-máquina : consoles de operação, impressoras, registradores, quadro sinótico.

Em operação normal, um **MAC** opera como mestre, interagindo diretamente com o sistema eletroenergético, enquanto o outro se mantém como reserva quente. Na

ocorrência de falhas no mestre, procedimentos de reconfiguração automática farão com que o reserva quente assuma todas as funções do primeiro, garantindo a disponibilidade do sistema.

As funções do SCS disponíveis para a operação do sistema eletroenergético, podem ser agrupadas em subsistemas que se encontram distribuídos entre os computadores MAC, SAC e FEP.

Dentre os subsistemas que são processados no MAC, destaca-se :

- **aquisição de dados e controle** : responsável pela aquisição e tratamento das informações provenientes do sistema eletroenergético, e pelas ações de comando e controle.
- **interface homem-máquina** : trata da exibição de alarmes e mensagens, e gerenciamento do painel de funções, quadro sinótico, registradores gráficos, indicadores digitais, impressoras e vídeo-copiadoras.
- **monitoração e registro** : responsável pela verificação de limites operativos, armazenamento de informações durante distúrbios, processamento de dados históricos, emissão automática de relatórios e registro seqüencial de eventos.
- **controle de geração e intercâmbio** : trata do controle automático da geração (AGC), acompanhamento do desempenho do AGC, monitoração da reserva operativa, programação das transações de intercâmbio.

O SAC é dedicado às funções de processamento intensivo, que caracterizam os seguintes subsistemas :

- **avaliação da segurança em tempo real** : responsável pela configuração e modelagem da rede elétrica, estimação de estado, equivalente de redes e análise de contingências, que permitem a identificação das condições de segurança do sistema elétrico.
- **avaliação da segurança em modo de estudo** : mesmos recursos de tempo real realizadas a partir de dados em tempo real do sistema.

O processador FEP se responsabiliza pela comunicação de dados entre os computadores do SCS e os do Centro Nacional de Supervisão e Coordenação da ELETROBRAS em Brasília.

1.4.2 - Funções do Subsistema de Segurança em Tempo Real

A capacidade de um sistema elétrico de potência suportar contingências sem entrar em um estado de emergência é um requisito fundamental imposto nos estudos de planejamento da expansão e operação, através da simulação de cenários com razoável probabilidade de ocorrência durante a operação do sistema. Um sistema que cumpra esse requisito é considerado **SEGURO** e o processo de verificação dessa propriedade é conhecido como Avaliação da Segurança.

O subsistema de Avaliação da Segurança em tempo real tem como principal objetivo subsidiar o operador na análise, ou avaliação, das condições de segurança do sistema elétrico, em um determinado instante. Ou seja, possibilitar basicamente, através dos seus resultados, ao operador identificar se em um dado instante o sistema elétrico se encontra em uma condição **NORMAL SEGURO** (estado desejável) ou, ao contrário, encontra-se numa situação de **ALERTA** ou **ESTADO NORMAL INSEGURO**.

Caso essa identificação aponte uma condição de **ALERTA**, o operador deverá tomar as providências cabíveis e possíveis, para conduzir o sistema a uma condição **NORMAL SEGURO**.

Para tomada dessas providências o operador pode, se julgar conveniente, também fazer uso de outros programas computacionais, que podem simular ações desejadas (por exemplo, manobras), e que compõem os subsistemas de estudos.

Como já vimos, a avaliação da segurança em tempo real requer como ponto de partida a caracterização de um estado de operação do sistema, definido pela configuração dos equipamentos em operação e pela condição de carga-geração.

A metodologia convencional para avaliação da segurança de sistemas elétricos, constituída pelos programas configurador, fluxo de carga, estimador de estado e análise de contingências, apresenta resultados que ainda precisam ser analisados pelo operador do sistema, para em seguida atuar no sistema, no sentido de tentar manter sua integridade.

Vamos descrever agora a seqüência e os tempos envolvidos nos processamentos dos programas de análise de segurança, bem como a forma de apresentação dos seus resultados ao operador.

- Caso haja alteração no estado de chaves/disjuntores do sistema (o que é verificado a cada 2 ou 4 segundos) o programa **CONFIGURADOR** da rede elétrica é automaticamente executado, obtendo como resultado a nova topologia da rede elétrica supervisionada.

A cada 15 segundos é ativado o programa supervisor que verifica se há necessidade de ser (em) executado(s) o(s) programa(s) : estimador de estado, análise de contingências e equivalente de redes.

Esta necessidade é definida pelo operador, que pode ser periódica (por exemplo, de 10 em 10 minutos) ou devido a alguma ocorrência no sistema (por exemplo, perda de algum equipamento).

Caso o estimador seja executado, ele tomará como entrada, a topologia da rede elétrica atualizada pelo configurador, o modelo de medidas e os parâmetros da rede elétrica e produzirá como resultado uma estimação do estado da rede elétrica (caso base), os quais podem ser visualizados através de "displays" e/ou de relatórios impressos.

Caso o programa análise de contingências seja executado, ele tomará como entrada o caso base produzido pelo estimador, a lista de contingência definidas pelo operador e o sistema externo equivalente. Faz uma análise de cada um dos casos de contingência e resolve um fluxo de potência para os 5 casos mais críticos. O resultado pode ser visualizado através de uma tela que apresenta para os 5 piores casos as violações de tensões e carregamento ocorridos. Relatórios de fluxo de potência podem ser impressos, a pedido do operador, para análise.

A Figura 1.6 apresenta um diagrama esquemático do subsistema de Avaliação de Segurança em Tempo Real.

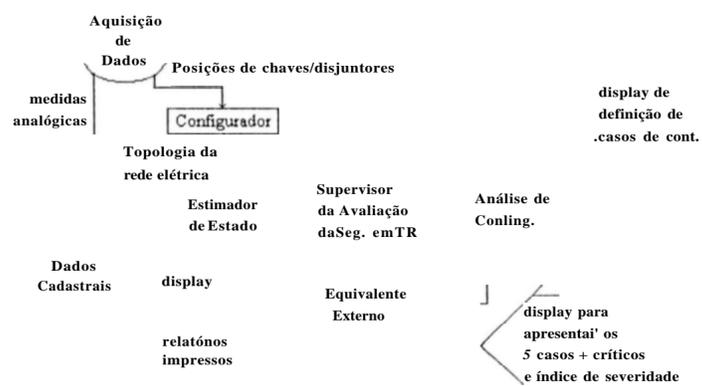


Figura 1.6 : Diagrama Esquemático do Subsistema de Avaliação de Segurança em Tempo Real

1.5 - PERSPECTIVA DOS CENTROS DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA [1.5], [1.8]

Com o grande volume de informações a serem processadas pelos operadores nos EMS atuais, começa a surgir a preocupação de se desenvolver novas técnicas que os auxiliem nos processos de tomada de decisão.

Sistemas futuros deverão ser orientados para auxiliar a ação dos operadores durante todos os estados do sistema, **SEGURO**, **INSEGURO**, **EMERGÊNCIA** e **RESTAURATIVO**, utilizando novas metodologias para o desenvolvimento de funções que forneçam informações melhor adaptadas ao usuário.

Os melhoramentos tecnológicos advindos do "hardware" (aumento de capacidade de CPU's) e dos sistemas de comunicação de dados, os quais são tomados como ponto de partida para uma análise detalhada das necessidades dos futuros EMS começam a tornar viáveis os estudos e desenvolvimentos de novas ferramentas que auxiliem os operadores neste sentido.

Podemos questionar em particular, na metodologia convencional utilizada para a avaliação da segurança de sistemas elétricos, a praticidade de se efetuar uma grande quantidade de fluxos de carga (cerca de 300 contingências fixas em média), em determinados intervalos de tempo, para informar ao operador, através de apresentações inadequadas (precisam ser analisadas), sobre o estado atual do sistema. Além do mais não proporcionam nenhum auxílio ao operador nas ações a serem tomadas pelo mesmo após a identificação do estado do sistema.

Atualmente estão se tornando disponíveis novas metodologias para avaliação da segurança, que permitem um tratamento mais objetivo dos resultados. Com o avanço da informática nas áreas de processamento paralelo e distribuído, inteligência artificial, processamento gráfico, redes neurais, reconhecimento de padrões etc, começam a surgir condições favoráveis para implantação de metodologias avançadas em centros de operações. Uma área bastante promissora é o estudo de novas metodologias que auxiliam o operador na análise da segurança do sistema em tempo real, onde haja a preocupação na eficiência e eficácia tanto na fase de **diagnóstico** como na fase de **terapêutica**. Na fase de **diagnóstico**, a tendência das propostas existentes, conduz a uma melhoria na forma como é apresentada as informações sobre a segurança do sistema ao operador e conseqüentemente na otimização do tempo envolvido na apresentação das mesmas. Na fase de **terapêutica**, já começaram a surgir alguns trabalhos, sobretudo na área de sistemas especialistas e redes neurais, que tratam de ferramentas de auxílio ao operador, como o processador inteligente de alarmes do sistema, e sistemas que forneçam informações sobre as ações necessárias para trazer o sistema de um estado de operação **INSEGURO**, **DE EMERGÊNCIA** ou **RESTAURATIVO** para o estado de operação **NORMAL SEGURO**. Uma das novas metodologias que vem sendo bastante analisada para emprego na fase de **diagnóstico** é a de **Reconhecimento de Padrões**. Este trabalho

se propõe a analisar a viabilidade da aplicação da técnica de reconhecimento de padrões na avaliação da segurança em um modelo do sistema CHESF. Nesta técnica, o grande volume das simulações utilizando os programas de análise de segurança convencionais, é feito "off-line", reduzindo significativamente o tempo da avaliação "on-line" da segurança do sistema, respondendo questões importantes objetivamente como :

- O estado de operação normal do sistema é SEGURO ou INSEGURO ?
- Se o sistema encontra-se no estado INSEGURO, quais os distúrbios associados a esta insegurança ?

1.6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.1 - "Introdução às Funções de Análise da Segurança em Sistemas de Controle e Supervisão", Grupo de Software de Aplicação, Divisão de Automação e Controle de Processo do Sistema (DOCS), DEZ/83.
- 1.2 - "Sistemas de Supervisão e Controle em Tempo Real de sistemas Elétricos de Potência", Valdemar Alves Freitas Júnior, DOCS, SET/86.
- 1.3 - "Descrição do Centro de Operação do Sistema CHESF", Divisão de Automação e Controle de Processo do Sistema, ABR/89.
- 1.4 - "The CHESF energy management system : Operating requirements and functions", L. Godoy e W. L. Snyder Jr., **32** ERLAC - Foz de Iguaçu, 1989.
- 1.5 - "Incorporação da Previsão do Estado na Avaliação da Segurança de Sistemas de Potência". D. M. Falcão ; M. B. do Couto Filho e A. M. Leite da Silva, 8ª CBA, UFPa - Belém - PA , SET e OUT / 90, p. 748/755.
- 1.6 - "Experiência da CHESF na implantação de um simulador de treinamento para Operadores de Sistema", Valdemar Alves Freitas Junior, Ronaldo C. Cananca e L. Godoy, a ser publicado no 12º SNPIE, OUT / 93.
- 1.7 - Monticelli, Alcir, "Fluxo de Carga em Redes de Energia Elétrica". Editora Edgard Blücher LTDA.
- 1.8 - Asai H.P., Glavitsch H., Schaffner G., "Requirements for Future Energy Management Systems", IEEE, 1989, p. 440/445.

CAPÍTULO 2

A TÉCNICA DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO

CAPÍTULO 2

A TÉCNICA DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO

2.1 - INTRODUÇÃO [2.1], [2.7]

Reconhecer um padrão significa, usualmente discriminar ou classificar um conjunto de processos ou de eventos. Tal conjunto pode ser, por exemplo, uma coleção de objetos físicos, ou um conjunto de estados associados a um dado processo.

A classificação consiste, essencialmente, no particionamento desse conjunto em classes homogêneas, caracterizadas pelas propriedades dos seus elementos, de acordo com um critério de semelhança pré-estabelecido, ou "aprendido".

O conceito de "aprendizagem" está diretamente relacionado com a técnica de reconhecimento de padrão (RP), que está freqüentemente associado com o conceito de realimentação (feedback). O processo de aprendizagem pode ser realizado com professor (aprendizagem supervisionada) ou sem professor (aprendizagem não supervisionada).

O processo de aprendizagem supervisionada é normalmente realizado através da **Análise Discriminante** onde os dados já dispõem de uma classificação à priori, e o objetivo é determinar uma partição do **Espaço de Atributos** que obedeça a este conhecimento prévio da classe de cada padrão. Ao conjunto de padrões iniciais denomina-se **Conjunto de Treinamento**

Por outro lado, a aprendizagem não-supervisionada, é formada a partir dos dados, de acordo com certos critérios de homogeneidade. Este método é conhecido como **Análise de Grupamento** (Cluster Analysis).

As diferentes técnicas matemáticas usadas para resolver problemas de reconhecimento de padrões podem ser agrupadas em dois enfoques gerais :

- enfoque de **Classificação de Padrões**.
- Enfoque **Sintático** (lingüístico) (Mantas, 1987).

No enfoque de classificação de padrões, um conjunto de características, chamadas de atributos (features), é extraído à partir dos padrões de entrada, resultando em um vetor de atributos denominado **Vetor Padrão de Dimensão Menor**. Portanto, o reconhecimento de cada padrão associado a uma classe é normalmente realizado pela partição do **Espaço de Atributos** através de fronteiras de decisão.

No enfoque sintático, cada padrão é identificado pela composição de seus componentes, denominados de padrões primitivos. Os padrões de entrada são descritos

por linguagens, através de estruturas gramaticais. O reconhecimento de cada padrão é feito empregando-se procedimentos de análise sintática.

No enfoque de **Classificação de Padrões** destacamos as técnicas estatísticas e determinísticas. Nas técnicas estatísticas lidamos com funções densidade de probabilidade (f.d.p's) ou estimadores de parâmetros, e o conceito probabilístico é empregado. Estas técnicas são classificadas em **Paramétricas** ou **Não-Paramétricas**. Já nas técnicas determinísticas utilizamos conceitos não-probabilísticos, normalmente subdivididos de acordo com a lógica utilizada : **Hard** ou **Fuzzy** .

A Figura 2.1 ilustra o diagrama de blocos desses dois enfoques :

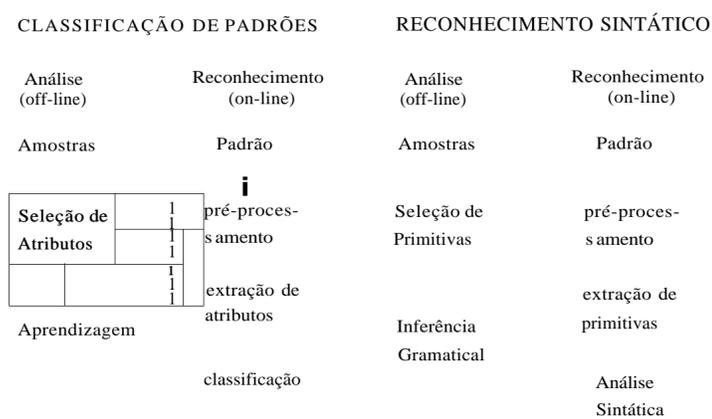


Figura 2.1 - Enfoques de Reconhecimento de Padrões

Neste trabalho utilizamos o enfoque de **Classificação de Padrões** que vem sendo bastante difundido em diversas áreas de aplicações.

A Tabela 2.1 apresenta as técnicas utilizadas na classificação de padrões.

SINTÁTICO	Classificação de Padrões				
	Técnicas Estatísticas		Técnicas Determinísticas		
	Não Paramétricas	Paramétricas		Hard	Fuzzy
		Bayes	Fisher	Vizinhos mais próximos, algoritmos iterativos, etc.	

Tabela 2.1 : Técnicas Utilizadas na Classificação de Padrões

2.2 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA [2.1], [2.5], [2.6], [2.7]

Tomando-se como base o sistema elétrico da CHESF, o problema consiste em : a partir de um dado padrão do sistema, informar se o sistema se encontra em **um** estado **SEGURO** ou **INSEGURO**. No caso **INSEGURO**, quais às grandezas associadas a esta insegurança, utilizando para isto a técnica de reconhecimento de padrões e programas convencionais de Análise de Segurança.

Este problema pode ser representado através do seguinte diagrama de blocos simplificado; ilustrado na Figura 2.2, destacando-se a fase ON-LINE :

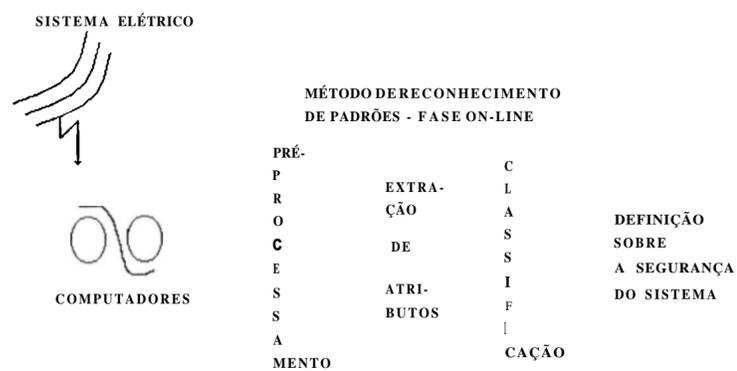


Figura 2.2 : Diagrama de Blocos Simplificado da Técnica de Reconhecimento de Padrões Aplicada à Avaliação da Segurança de um Sistema Elétrico de Potência

No entanto, é durante a fase off-line que se processa o enorme volume de informações sobre o sistema, com o objetivo de se obter informações sobre quais variáveis contêm informações mais precisas sobre a sua segurança (seleção de atributos) e qual a função discriminante (Classificador) que particiona o espaço das variáveis de estado do sistema em duas regiões: **SEGURA** e **INSEGURA**.

O Algoritmo abaixo sintetiza todas as etapas percorridas nesta fase

I) Gera-se um conjunto de treinamento à partir de vários padrões característicos representativos do sistema.

II) Define-se uma lista de contingências, que contemple o maior número de ocorrências possíveis ao sistema.

III) Através de programas de análise de segurança, aplica-se a lista de contingência definida no item anterior, a cada padrão definido no conjunto de padrões do item (I). Após as simulações, classificar como "SEGURO" os padrões cujas grandezas se mantiveram dentro dos limites operativos determinados, sob qualquer contingência, e "INSEGURO" àqueles em que houve violação de algum destes limites, em pelo menos uma contingência.

IV) A partir do conjunto de padrões seguros e do conjunto de padrões inseguros, extrair as grandezas (variáveis de estado do sistema) do vetor padrão que fornecem informações mais significativas sobre seu estado **SEGURO** ou **INSEGURO**, despiezando-se as outras grandezas que forneçam informações redundantes sobre a segurança do sistema.

Desta etapa, resulta a obtenção de um padrão de dimensão reduzida, à partir de uma seleção de atributos.

V) A partir dos padrões reduzidos, encontra-se uma função linear discriminante, que represente a equação do hiperplano que define a fronteira de decisão entre os padrões da classe **SEGURA** e os padrões da classe **INSEGURA**.

Desta etapa, resulta o classificador.

VI) Aplica-se aos padrões iniciais do conjunto de treinamento o classificador obtido no item anterior, e verifica-se se o índice de acerto na classificação é próximo de 100%.

Caso não se obtenha um bom índice de desempenho utiliza-se alguma técnica para ajustar o classificador obtido no sentido de se otimizar a sua classificação.

VII) Constroe-se um conjunto de teste, constituído de novos padrões do sistema em estudo, onde também se conheça à priori a classificação de seu estado. Adiciona-se estes novos padrões ao conjunto de treinamento e utiliza-se o classificador do item (VI) para avaliar sua eficiência. Caso o resultado não seja bom, realiza-se ajustes no classificador de maneira a torna-lo mais robusto.

2.3 - Q CONJUNTO DE TREINAMENTO [2.3], [2.6], [2.12]

Para elaboração do conjunto de treinamento, é preciso que os padrões envolvidos, representem situações características de operação do sistema, considerando curva de carga, diferentes configurações da topologia elétrica, diferentes comissionamentos das unidades geradoras, bancos de capacitores e reatores, sujeito a diversas restrições operativas e limites operacionais, etc. É importante salientar que quanto maior o número de padrões envolvidos, melhor será a representação do sistema. No entanto a quantidade desses padrões está diretamente ligada ao volume de processamento das simulações e à quantidade de casos bases (saída do programa fluxo de carga) que devem ser analisados para cada contingência.

Métodos que estimem o número de padrões necessários por contingência a serem analisados ainda não foram estabelecidos, de maneira a serem aceitos universalmente. Alguns autores sugerem uma análise cuidadosa nas definições dos padrões, considerando como relevante aqueles que representem as diversas condições da curva de carga, outros utilizam uma grande quantidade de padrões sem se preocupar com redundâncias existentes entre eles. De maneira geral a definição dos padrões a ser considerado deve obedecer os seguintes critérios :

- Cada padrão do sistema pode ser oriundo de outro padrão, gerado à partir de combinações reais de configurações diversas entre geradores e dispositivos elétricos do sistema.
- Quanto maior o número das grandezas envolvidas a serem monitoradas após a aplicação das contingências, maior será a precisão dos resultados desejados. Em contra partida maior será o tempo despendido na análise de violação de alguma dessas grandezas.
- O tempo utilizado na elaboração do conjunto de treinamento deve considerar a evolução dinâmica do sistema de potência.

2.4 - A SELEÇÃO DE ATRIBUTOS

O espaço de padrões que constituem o sistema é o domínio definido pela discretização de dados do sistema real, de dimensão «i», que pode ser representado por um vetor X, onde

$$X = (X_j, x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) \quad (2.1)$$

onde cada x_j representa uma grandeza elétrica do sistema.

o espaço de características ou de atributos é o espaço intermediário entre o espaço de padrões e o espaço de classificação e tem importância fundamental no problema de reconhecimento de padrões, uma vez que a partir de uma transformação do vetor padrão de entrada, o espaço de classificação contém somente as variáveis do sistema que forneçam informações ou características essenciais do sistema.

O processo de seleção de atributos talvez seja o processo mais importante do problema de reconhecimento de padrões, ele deve ser capaz de reduzir a dimensão do vetor padrão de entrada, sem contudo prejudicar o poder discriminatório de classe desse vetor, possibilitando a implementação de algoritmos de classificação que sejam exequíveis.

Portanto, o objetivo da seleção de atributos é reter as características necessárias para o processo de reconhecimento e reduzir a dimensionalidade de modo que o processo de classificação possa ser implementado em um espaço de características amplamente reduzido, de dimensão n , onde $n \ll d$.

A seleção de características seria, então, a retenção otimizada de um número mínimo de dimensões (variáveis), enquanto mantivesse e/ou maximizasse a probabilidade de classificação correta.

Normalmente a seleção de atributos é feita utilizando-se técnicas de transformações diagonais que aumentam o agrupamento dos padrões de mesma classe através da minimização da distância métrica entre os pontos que definem a classe, e da técnica de transformações rotacionais, tais como a expansão de Karhunen-Loève que se baseia em transformações lineares ortonormais. Estas transformações são mais escolhidas dada a relativa facilidade de sua implementação e, principalmente, por preservarem estruturas, tais como distâncias, além de se poder representar os padrões originais através de características mutuamente decorrelatas.

Neste trabalho, a seleção de atributos é realizada tomando-se como critério a função Discriminante de Fisher, definida como :

$$F = \frac{v(s) \cdot d}{\sigma_j^2(s) + \sigma_j^2(i)} \quad (2.2)$$

onde: \bar{x}_j - média dos valores da variável X_j na classe segura.

\bar{x}_i - média dos valores da variável X_i na classe insegura.

σ_j^2 - desvio padrão da variável X_j na classe segura

σ_i^2 - desvio padrão da variável X_j na classe insegura

Esta função fornece uma medida do erro de classificação que pode surgir quando esta variável é utilizada como atributo do vetor padrão. Quanto maior for o valor de F_j , menor será a probabilidade de erro na classificação, usando a variável X_j . Selecionando-se assim as características que dão melhores informações sobre a segurança de um determinado estado.

Devemos especificar o número máximo necessário de características ou o valor mínimo de F_j . Podemos selecionar as características na ordem decrescente dos valores de F_j , desprezando aquelas que trazem informações redundantes.

A escolha desse método, foi devida não só a sua utilização já comprovada em modelos de sistemas elétricos para utilização da técnica de reconhecimento de padrão, como também a disposição de programas no Laboratório de Reconhecimento de Padrões do DES (Departamento de Eletrônica e Sistemas / UFPE), que utilizam esta técnica.

2.5 - A CLASSIFICAÇÃO [2.2], [2.4], [2.7], [2.8], [2.11]

O conceito de classificação pode ser expresso em termos do particionamento do espaço de atributos, ou seja, no mapeamento deste, no espaço de decisão. A partição mais simples é a linear, onde essas superfícies são hiper-planos. Contudo, dependendo dos dados, as superfícies não-lineares são necessárias. Com essa partição, o processo de Classificação se reduz em observar a localização de uma forma no espaço particionado.

Na Análise Discriminante os dados já dispõem de uma classificação à priori, e o objetivo é particionar o espaço de atributos que obedeça a este conhecimento prévio da classe de cada padrão. A Análise Discriminante é utilizada tanto na classificação do conjunto de treinamento, como no conjunto de testes, que também contem amostras com classificação à priori, onde o objetivo deste estágio é ajustar a classificação. R.A. Fisher (1936) foi quem propôs um procedimento de classificação para o caso de duas classes, utilizando o critério de maximizar a separação entre classes no espírito da análise de variância.

Este procedimento é equivalente ao método da razão de máxima verossimilhança, quando as classes são normalmente distribuídas com as mesmas matrizes de covariância. Os métodos baseados em normalidade são os mais utilizados na prática. Estas técnicas estão dentro do contexto de técnicas paramétricas, onde o exemplo mais simples deste enfoque é a Teoria da Decisão de Bayes.

2.5.1 - Funções Discriminantes Lineares

Seja X um elemento do espaço (R^d) e R_j as regiões de decisão, determinando as classes C_j . As hipersuperfícies de decisão de um classificador que delimitam essas regiões são determinadas por um conjunto de funções discriminantes ($g_j(x)$) da forma :

$$R_j = \{ x \mid g_j(x) >_{i,j}(x), \forall i \} \quad j = 1, 2, \dots, p. \quad (2.3)$$

Quando $g_j(x)$ é da forma :

$$g_j(x) = w_0 + \sum_{i=1}^n w_{ij} \cdot X_i = w_{i_0} + w \cdot X, \quad (2.4)$$

onde :

$$W_j = [w_{j0} \ w_{j1} \ \dots \ w_{jn}]' \quad (\text{vetor peso}) \quad (2.5)$$

$$X = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_n]' \quad (\text{vetor padrão}) \quad (2.6)$$

então, $g_j(x)$ é dita uma Função Discriminante Linear e o Classificador é denominado de Classificador Linear.

Fazendo :

$$Y = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_n \ 1]' \quad (\text{vetor padrão aumentado}) \quad (2.7)$$

$$V = [W_{j0} \ W_{j1} \ \dots \ W_{jn}]' \quad (\text{vetor peso aumentado}) \quad (2.8)$$

podemos escrever a função discriminante em termos destes vetores aumentados :

$$g_j(Y) = V_j Y \quad (2.9)$$

onde a saída do classificador, será definida pela função :

$$r(Y) = j \Rightarrow g_j(Y) >_{i,j}(Y), \forall i \quad (2.10)$$

dessa forma,

$$Y \in C_j \Leftrightarrow r(Y) = j \quad (2.11)$$

Logo, podemos representar este classificador através do diagrama da Figura 2.3, o qual realiza $(p-1)$ comparações do tipo : $g^i(Y) > g^j(Y)$ em cada comparação, a maior das quantidades comparadas é retida para ser usada na próxima comparação :

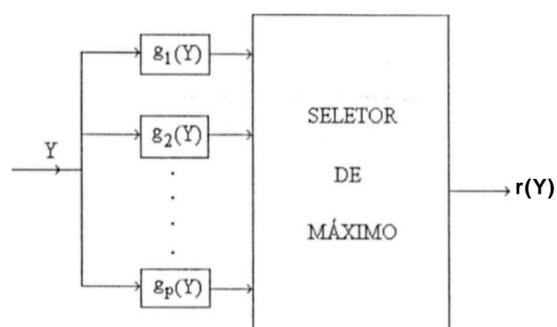


Figura 2.3 : Diagrama de um Classificador Linear

2.5.1.1 - Função Discriminante Linear de Fisher - (FDLF)

Como no nosso trabalho dispomos apenas de duas classes, SEGURA e INSEGURA, vamos então considerar o caso de duas classes C_j (classe segura) e C_i (classe insegura) linearmente separáveis, onde a fronteira de decisão é um hiperplano. Neste caso, a Função Discriminante Linear, que representa a equação deste hiperplano, é dada por :

$$z = w_0 + w^T x = y^T Y \quad (2.12)$$

$w = [w_0 \ w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n]^T$ -> vetor peso

$x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_n]^T$ -> vetor padrão

$V = [w_0 \ w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n]^T$ -> vetor peso aumentado

$Y = [1 \ 1 \ x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n]^T$ -> vetor padrão aumentado

e onde sua característica fundamental é :

$$Z = V^T Y \quad \begin{cases} < 0 \Rightarrow X \in C_i \\ > 0 \Rightarrow X \in C_j \end{cases} \quad (2.13)$$

Assim, devemos determinar o vetor V que satisfaça ao conjunto de inequações (2.13)

fazendo-se :

$$N = \begin{cases} 1 - Y_i, & \text{se } X \in C_i \\ 1 + Y_j, & \text{se } X \in C_j \end{cases} \quad (2.14)$$

Reduzimos simplesmente a inequação 2.13 a :

$$V^T N > f) , \quad \forall X \in G \quad <V = C_i \cup C_j \quad (2-15)$$

Podemos verificar facilmente que $V^T N / \|W\|$ representa a distância do padrão X ao hiperplano de separação.

O treinamento é então realizado através da determinação de V que deve satisfazer a inequação $V^T N > 0$, para todos os padrões do conjunto de treinamento \mathcal{X} . A técnica de Fisher é bastante conhecida na determinação do vetor peso W. A idéia básica desta técnica é determinar uma direção W que maximize a separação entre as classes, projetadas nesta direção, relativamente ao comportamento dentro das classes. Assim de forma geral, devemos maximizar uma razão do tipo :

$$R(W) = q_b(W) / q_w(W), \quad (2.16)$$

onde $q_b(W)$ e $q_w(W)$ são funções que caracterizam os comportamentos inter e intra classes, respectivamente. Como estamos procurando uma direção, não nos interessa o valor de W. Assim, devemos ter:

$$i) R(W) = R(cW), \quad a \neq 0$$

$$ii) R(W) > 0$$

a maximização de R(W) é obtida como segue :

$$\frac{\partial}{\partial W} \left[\frac{q_b(W)}{q_w(W)} \right] = 0 \quad (2.17)$$

Fazendo-se : $\frac{\partial}{\partial W} \left[\frac{q_b(W)}{q_w(W)} \right] = 0$, temos que :

$$dq_b / dW = R \delta q_w / dW \quad (2.18)$$

cuja solução natural é dada por $q_b = X q_w$, com $R = X = \text{constante}$.

A escolha de q_b e q_w pode ser sugerida através da F.D.L.F. Assim, como :

$$Z = W_b + W^T X, \quad \text{temos que :}$$

$$Z = W_b + W^T X \rightarrow \text{média projetada} \quad (2.19)$$

$$O_w = W^T X W \rightarrow \text{variância projetada,}$$

onde :

$$\bar{X} = H[\bar{X}] \rightarrow \text{vetor média} \quad (2.20)$$

$$Z_i = E[(X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})'] \rightarrow \text{matriz de covariância}$$

- 7

Estimando Z e a_i para cada uma das classes, e supondo que a classe C_j tem n_j elementos, podemos escolher q_i e q_{ij} da forma :

$$q_i(W) = f(Z_i - Z_i) - f(W'A) \quad (2.21)$$

$$q_o(W) = g(n, a, h, a) = g(W'S_o W) \quad (2.22)$$

onde :

$$X_i = E(X|C_i)$$

$$(X - X)J(X - X)'IC,$$

$$S_j = \rightarrow \text{matriz de espalhamento}$$

$$A = X_2 - X_1 \rightarrow \text{vetor diferença das médias}$$

$$S[] = S_1 + S_2 \rightarrow \text{matriz de espalhamento intraclasses}$$

Assim, concluímos que :

$$R(W) = \frac{f(W'A)}{g(W'S_o W)} \quad (2.23)$$

Dessa forma podemos escrever :

$$R(W) = \frac{(Z_2 - Z_1) \quad W'S_o W}{n_1 + n_2 \cdot \theta \quad W'S_o W} = R|(W) \quad (2.24)$$

onde : $S_o = A \cdot A^*$ \rightarrow matriz de espalhamento interclasses proposta por R.A. Fisher em 1936, e a direção W obtida através da maximização de $R|(W)$ define a EDL de Fisher (FDLF). A maximização de $R|(W)$ é obtida quando

$$R|(W) = \lambda \cdot \text{cte} \quad / \quad W^{\wedge} S_o - A \cdot S_r j) W = 0 \quad (2.25)$$

como $W \neq 0$, temos que :

$$(S_o - X S_o) W = 0 \quad (2.26)$$

ou seja, $S_e - X S_o$, deve ser um operador singular. Este é um problema de autovalores generalizado, que pode se reduzir ao problema de autovalores normal se S_o for inversível. neste caso,

$$(S - X \cdot I)W = 0 \quad , \quad S = S_j * S_e \quad (2.27)$$

Devemos observar que a maximização de $R_j(W)$ requer que tomemos o maior autovalor de S , ou seja, a direção de Tisher é a direção do auto vetor correspondente ao maior autovalor de S .

A forma mais simples de resolver este problema é observando que :

$$S_e W = A \cdot A^* W = p^* A \quad \text{é um múltiplo de } A \quad (2.28)$$

ou seja, $S_e W$ está na direção de A , mostrando que :

$$W - (P/X) S_j A \quad (2.29)$$

A determinação do limiar W_o é bastante simples, devendo simplesmente obedecer a definição de um classificador.

Portanto, segundo o critério de Tisher, a direção que melhor separa as duas classes em questão é obtida através da aplicação da transformação linear $T = (p/X) S_j$ ao vetor A da diferença das médias.

Nesses termos, assumindo que $p/X \sim 1$, temos simplesmente que resolver o sistema de equações lineares :

$$S_o W = A \quad (2.30)$$

Esta solução implementada em linguagem Turbo Pascal 6.0 da Rolland International, Inc., encontra-se disponível no Laboratório de Reconhecimento de Padrões do Departamento de Eletrônica e Sistemas (DES) da UFPE.

o desenvolvimento desses programas foi um passo indispensável para a realização deste trabalho, cujos detalhes de funcionamento podem ser analisados nos respectivos manuais de operação.

2.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [2.1] - Cosia, J. M. G. SÁ, MUNRO, N. - "Pattern Recognition in Power-System Security" Electrical Power & Energy Systems, Vol. 6, NO 1, JAN/84.
- [2.2] - DUDA, R. O., HART, P.E. - "Pattern Classification and Scene Analysis", 1ª ed. USA : Wiley - Interscience Publication, p. 482, 1973.
- [2.3] - EPRI (Electric Power Research Institute), "Dynamic Security Assessment for Power Systems". Research Plan. ECC, Inc. San José, California, August 1987.
- [2.4] - FUKUNAGA, K. - "Introduction to Statistical Pattern Recognition" 13 ed. USA : Academic Press, Inc., p. 369, 1972
- [2.5] - PANG, C. K. , KOIVO, A. J. and EL-AB/AD, A. H. - "Application of Pattern Recognition to Steady-State Security Evaluation in Power System". IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC-3, NQ 6, NOV/1973.
- [2.6] - PANG, C. K. , PRABIARA, F. S., EL-AB/AD, A. H. and KOIVO, A. J - "Security Evaluation in Power Systems Using Pattern Recognition". Purdue University - School of electrical Engineering - West Lafayette, Indiana.
- [2.7] - PESSOA, L. F. C - "Uma Metodologia para Diagnóstico Automático da Filariose Utilizando Imagens Microscópicas Digitalizadas". (Dissertação de Mestrado, UFPE/DES - SET/92).
- [2.8] - PESSOA, L. F. C - "Classificadores Lineares". (Relatório Interno do Grupo de Pesquisas em Reconhecimento de Padrões : Trabalho de Graduação I. UFPE).
- [2.9] - SILVA, A.H.S.C - "Seleção de Características : Um estudo das Técnicas Lineares". (Relatório Interno do Grupo de Pesquisa em Reconhecimento de Padrões : Trabalho de Graduação I. UFPE), Recife, p. 23, 1990.
- [2.10] - SILVA, D. - "Estudo Qualitativo de Técnicas Lineares de Seleção de Atributos : Uma Aplicação em Ssistemas de Potência. (Dissertação de Mestrado, DES/UFPE- 1992)
- [2.11] - SKLANSKY, J. ; WASSEL, G. N. - "Pattern Classifiers and Trainable Machines". 13 ed. USA : Springer-Verlag New York Inc., 1981.

- [2.12] - TRAVASSOS, C. L. P. F.; SILVA, D. e SILVA, A. F. D. - "Determinação de um Conjunto de Treinamento para o sistema CIESF : Uma análise qualitativa". 8º-Congresso Brasileiro de Automática. Fará, 1990.

CAPÍTULO 3

**METODOLOGIA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO DO CONJUNTO DE
TREINAMENTO UTILIZANDO O SISTEMA CHESF**

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA UTILIZADA NA CONSTRUÇÃO DO CONJUNTO DE TREINAMENTO UTILIZANDO O SISTEMA CHESF

3.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentamos de forma detalhada os procedimentos realizados para coleta dos dados, simulações e análises realizadas, necessários a definição do modelo proposto a ser empregado na análise da viabilidade da utilização da Técnica de Reconhecimento de Padrões aplicada a análise da segurança de sistemas de potência.

3.2 - SÍNTESE DO PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO

A representação fiel dos estados de operação de um sistema de potencia deve refletir o comportamento de sua característica de carga associada às suas restrições operativas, ao longo do tempo.

Devido a evolução dos sistemas, um bom planejamento da operação se faz necessário para se ter um conhecimento mais apurado de como este sistema irá se desenvolver ao longo dos anos.

O planejamento da operação pode ser dividido em três partes :

- **O planejamento de longo prazo**

Trata dos estudos do crescimento futuro do sistema, considerando o desenvolvimento da região em relação ao nível de demanda e avaliando as necessidades de construção de novas usinas, linhas de transmissão e interligação, apresentando um cronograma macro que viabilize a solução dos problemas.

• **O planejamento de médio prazo**

Trata dos estudos para destrinchar o planejamento de longo prazo, apontando os projetos e metas a serem alcançados.

• **O planejamento de curto prazo**

Trata dos estudos de planejamento mensal da operação, o qual considera um vasto conjunto de parâmetros associados a alterações **no** sistema, tais como :

1- Alterações de cargas previstas

- Sazonalidade (moagem de usinas, meses atípicos).
- Tendências do mercado (plano governamental, expansão do mercado, novos consumidores, ofertas de energia adicional, etc).
- Horário de verão.

2- Alterações de configuração

- Incorporação de novas obras.
- Impedimento / manutenção de equipamentos.
- Estabelecimento de configurações não usuais.

3- Alterações de procedimentos operativos

- Restrições operativas de equipamentos.
- Alterações de intercâmbio de energia.
- Atualização de procedimentos operativos com o fim de otimizar o "modus operandi", atendendo novas configurações ou novo mercado.

É interessante ressaltar a importância desses estudos de planejamento da operação, realizados através da simulação de cenários com razoável probabilidade de ocorrência durante a operação do sistema., de maneira que se tenha uma informação precisa ao longo do tempo, de que o sistema irá sempre atender ao seu requisito de carga

Um sistema que cumpra esse requisito é considerado **SEGURO** e o processo de verificação dessa propriedade é conhecido como Avaliação da Segurança.

Da impossibilidade prática de se analisar todos os cenários possíveis na fase de planejamento, é que vem a necessidade de se prover os sistemas com funções de

supervisão e controle em tempo real, para reavaliar a segurança do sistema a partir de dados atuais, obtidos pelo sistema de aquisição de dados (SCADA), os quais permitem uma definição mais precisa das condições de operação a curto prazo.

A avaliação da segurança em tempo real requer como ponto de partida a caracterização de um estado de operação do sistema, definido pela configuração de equipamentos carga-geração. Este estado de operação é denominado de **caso base**.

Dependendo da maneira como é definido este **caso base**, a avaliação da segurança pode ser realizada de duas maneiras :

- a) **Mudo tempo real** : a partir de **casos base** que são obtidos a partir de dados correntes do sistema elétrico.

- b) **Modo de Estudo** : onde os **casos base** são obtidos de cenários considerados merecedores de análise pela operação do sistema, tais como, a situação em determinados pontos característicos da curva de carga, manobras programadas, etc.

Os dados obtidos para este trabalho foram provenientes dos estudos de planejamento da operação da CHESF.

No sistema CHESF o planejamento mensal da operação se baseia no modclamento de quatro "casos base" obtidos através de medidas reais do sistema, configurando todos os seus barramentos e linhas de transmissão, inclusive o modelo do sistema da ELETRONORTE. Esses quatro casos base representam as variações dos patamares de carga no mês, e são chamados de CARGA MÍNIMA, CARGA LEVE, CARGA MÉDIA e CARGA MÁXIMA.

É importante salientar que esses casos base contemplam os principais perfis de carga vislumbrados na curva de carga semanal do sistema.

Na Figura 3.1 podemos visualizar o perfil da curva de carga da CIIESF.

HORA	DIA UTIL 29/04/92	SÁBADO 25/04/92	DOMINGO 12/04/92
00:00	3902	3931	3871
01:00	3806	3741	3632
02:00	3666	3631	3512
03:00	3623	3581	3452
04:00	3641	3611	3412
05:00	3601	3581	3372
06:00	3346	3324	2984
07:00	3466	3156	2694
08:00	3991	3401	2683
09:00	4206	3461	2723
10:00	4432	3581	2708
11:00	4276	3601	2730
12:00	4136	3481	2848
13:00	4166	3511	2866
14:00	4326	3511	2906
15:00	4316	3411	2996
16:00	4331	3381	2936
17:00	4306	3421	2996
18:00	5075	4800	4362
19:00	4930	4880	4545
20:00	4647	4687	4416
21:00	4581	4446	4225
22:00	4595	4137	4132
23:00	4271	3934	3912
24:00	3913	3726	3650
MÁXIMA	5075 18:00	4900 18:50	4595 18:50

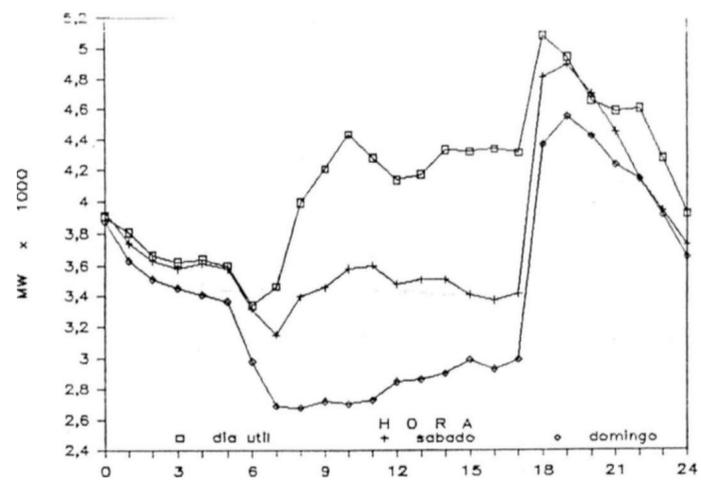


Figura 3.1 : Curva de Carga Semanal da CIESF

A Tabela 3.1 ilustra a equivalência dos casos base mensais estudados no planejamento da operação com os perfis de carga relevantes da curva de carga semanal do sistema.

Por aproximação podemos classificar os pontos dessa curva como :

Perfil de Carga Semanal	Dia de Semana	Sábado	Domingo / Feriado
Leve	Caso Base Equivalente Carga Leve Mensal	Caso Base Equivalente Carga Leve Mensal	Caso Base Equivalente Carga Mínima Mensal
Média	Caso Base Equivalente Carga Média Mensal	Caso Base Equivalente Carga Leve Mensal	Caso Base Equivalente Carga Leve Mensal
Pesada	Caso Base Equivalente Carga Máxima Mensal	Caso Base Equivalente Carga Média Mensal	Caso Base Equivalente Carga Leve Mensal

Tabela 3.1 : Equivalência dos Casos base mensais com os Perfis de Carga da Curva Semanal

3.3- A ESCOLHA DO MODELO

As grandes dificuldades encontradas na construção do modelo para estudo, se devem em primeira ordem a grande manipulação de dados dos arquivos históricos da empresa relativos aos casos base. Optamos então pelo levantamento de um número representativo de padrões do sistema que conseguisse retratar e abranger os possíveis estados de operação do mesmo associados a um período determinado, limitando o grande número de dados que tínhamos a manipular durante as simulações, sem esquecer do compromisso de que não nos distanciássemos de um modelo físico real, para que pudéssemos assegurar uma boa avaliação da técnica de Reconhecimento de Padrões na análise da segurança do sistema.

Considerando-se essas premissas, decidimos ainda pela redução do modelo em estudo, diminuindo-se assim a grande massa de dados que teríamos para analisar.

Foi então escolhido para modelo o subsistema LESTE da CIESF por ser um dos seus maiores subsistemas a nível de demanda, acrescido de todas as usinas que compõem

o parque gerador de Paulo Afonso e algumas barras de fronteira com os outros subsistemas considerados de maior relevância em 230/500 KV.

Em seguida, após ser analisado alguns dos casos base disponíveis em relatórios na empresa e verificando-se a semelhança entre eles em função dos períodos sazonais correspondentes, optou-se pela escolha de 12 casos base, respectivamente, carga mínima, leve, média e pesada de três meses consecutivos, janeiro, fevereiro e março de 91.

É importante salientar que com a entrada em operação do EMS-CHESF, podemos selecionar um número qualquer de casos padrões automaticamente, via a saída do programa estimador em tempo real, possibilitando então compor um conjunto de treinamento que represente fielmente o sistema.

Para obtenção do modelo reduzido em estudo, foi necessário tornar equivalente os circuitos referentes aos outros subsistemas da CHESF quais sejam : SUL, CENTRO, NORTE e OESTE, além do sistema ELETRONORTE. Para tornar equivalentes os subsistemas, foi utilizado os programas que constituem o sistema ANAREDE que utiliza o método equivalente "Ward-extendido" no programa "Equivalentes de Redes", e o método "desacoplado rápido" na solução de problemas de fluxo de potência. Estes programas estão disponíveis no IBM da CHESF.

Na Figura 3.2 pode-se observar o diagrama unifilar do modelo utilizado. Após a redução, ficamos então com um modelo de 53 barras. O apêndice A.3.1-a, apresenta a solução de um fluxo de potência para o sistema completo e para o sistema equivalente no apêndice A.3.1-b e no apêndice A.3.2 os dados de barras e linhas do sistema.

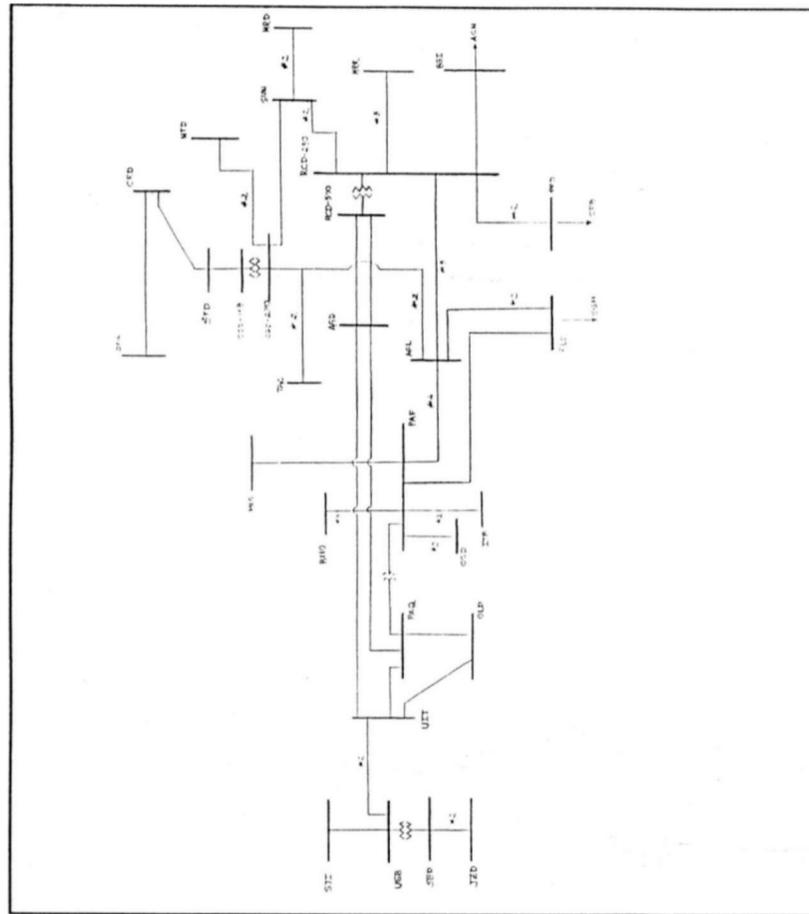


Figura 3.2 : Diagrama Unifilar Simplificado do Modelo Reduzido Utilizado no Estudo
OBS : Ver apêndice A.3.3 com o significado das siglas

3.4- PREPARAÇÃO DO CONJUNTO DE TREINAMENTO

Esta é a primeira etapa do processamento "off-line". Partiu-se dos doze casos base obtidos no item anterior, relativos ao sistema CHESF completo.

O primeiro passo então, foi reduzir a dimensão dos doze casos base (carga mínima, leve, média e máxima dos meses de jan / fev / mar de 91) de maneira, que eles configurassem o modelo do sistema em estudo.

Após a redução dos doze casos base utilizando o programa Equivalente de Redes, definiu-se uma lista de contingências possíveis de ocorrer no modelo reduzido.

Nesta lista foram contempladas contingências de origens diversas, tais como: abertura de linhas, perda de gerador, perda de elemento "shunt", perda de síncrono e perda de carga.

A Tabela 3.2 apresenta a lista de 23 contingências aplicadas aos doze casos base (padrões representativos do sistema) para distinguir os padrões seguros dos inseguros.

Nº- da Contingência	Tipo de Contingência
1	perda da linha PAQ 500 / PAF-BP1-230
2	perda da linha PAQ 500 / PAF-BP2-230
3	perda da linha PAQ 500 / UTT 500
4	perda da linha PAQ 500 / AGD 500
5	perda da linha PAQ 500 / OLD 500
6	perda da linha PAF-BP1 / AGL-230
7	perda da linha PAF-BP2 / AGD-230
8	perda da linha RCD 230 / GNN 230
9	perda da linha RLD 230 / RLD 69
10	perda da linha PRD 230 / PRD 69
11	perda da linha MSQ 230 / MS1) 69
12	perda da linha TAC 230 / CGD 230
13	perda da linha BJI 230 / BJI 69
14	perda da linha CGD 138 / STD 138
15	perda de carga em PRD 230
16	perda de carga em MRR 69
17	perda de uma unidade de PAQ
18	perda de uma unidade de SBD
19	perda do síncrono de RCD 230
20	perda do síncrono de GNN 13-11
21	perda de elemento SHUNT em NTD 69
22	perda de elemento SHUNT em RCD 500
23	perda de elemento SHUNT em RLD 69

Tabela 3.2 : Lista de Contingências Utilizadas nas Simulações

OBS : Ver apêndice A.3.3 com o significado das siglas

Em seguida foram analisados 276 fluxos de carga, resultantes da aplicação das 23 contingências aos doze padrões iniciais. Nesta análise procurou-se avaliar em todas as **grandezas** envolvidas, a ocorrência de qualquer violação em seus limites operacionais. Ou seja, se determinada contingência ocorresse aquele padrão seria levado a um estado de **ALERTA** ou não.

A Tabela 3.3 apresenta as grandezas monitoradas e a variação permitida de seus limites operativos correspondentes a uma operação **SEGURA** do sistema.

Grandeza Monitorada	Limites Operativos
Tensão da barra em KV	Varia em função do tipo de barramento, perfil de carga e restrições operativas do sistema. No trabalho em estudo foram definidas 6 classes de tensões em função do perfil de carga e restrições operativas dos barramentos.
Potência ativa gerada em MW	Varia em função da capacidade máxima e mínima especificada, da configuração do sistema e das restrições operativas
Potência reativa gerada em MVAR	Varia em função da capacidade máxima e mínima especificada, da configuração do sistema e das restrições operativas
Carregamento de fluxo de linha em MVA	Varia em função do nível de carregamento permitido por circuito.
Capacidade de geração de reativo de compensadores síncronos	Varia de acordo com os limites especificados pelo fabricante, restrições operativas e operacionais

Tabela 3.3 : Sumário das Grandezas Monitoradas

Ver apêndice A.3.4 para definição dos limites operativos das grandezas monitoradas.

Na definição dos limites operativos de tensão de barramento do sistema CIIESF, foram considerados seis grupos de tensão. Estes grupos de tensão indicam uma restrição maior ou menor nos limites operacionais de tensão dos barramentos, que refletem as limitações operativas impostas pelo sistema versus os requisitos de tensão de barramentos impostos pelas concessionárias e consumidores industriais e acordados com a CIIESF.

Após a realização das contingências, foi desprezada a de nº 4, por resultar em um fluxo de potência divergente. A Tabela 3.4 sintetiza o resultado desta análise.

Foram considerados como padrões "seguros", os de nos 2, 5, 6, 9, 10 por continuarem dentro de seus limites operativos após a ocorrência de qualquer contingência.

Os padrões de nºs 1, 3, 4, 7, 8, 11, 12 foram considerados "inseguros" por ter violado pelo menos um limite operativo após a ocorrência de pelo menos uma contingência.

Portanto, o conjunto de treinamento composto pelos padrões do sistema, contém 5 padrões pertencentes a classe segura e 7 pertencentes a classe insegura.

PADRÕES	CONTINGÊNCIA																						
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1- Carga Mínima Janeiro	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	I	I	S	S	S	S	I	I	I
2- Carga Leve Janeiro	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
3- Carga Média Janeiro	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	I	S	I	I	S	S	S	S	S	S	S
4- Carga Máxima Janeiro	I	I	S	D*	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	S	I	S	S	S	S	I	I	I
5- Carga Mínima Fevereiro	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
6- Carga Leve Fevereiro	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
7- Carga Média Fevereiro	I	I	S	I	I	I	I	I	I	I	S	I	I	S	S	S	I	I	I	I	I	I	I
8- Carga Máxima Fevereiro	I	I	S	D*	I	I	I	I	I	S	I	I	I	S	I	I	S	S	S	S	I	S	I
9- Carga Mínima Março	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
10- Carga Leve Março	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
11- Carga Média Março	I	I		I	S	I	I	I	S	S	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	I	S	I
12- Carga Máxima Março	I	I		D*	I	I	S	I	S	S	I	I	I	I	I	S	S	S	I	S	I	I	I

Tabela 3.4 : Classificação dos Padrões SEGURO (S) e INSEGURO (I), após aplicação das 23 contingências aos 12 Casos bases.

D* - caso Divergente

3.5- COMPOSIÇÃO DO VETOR PADRÃO

Para compor o vetor padrão foram consideradas as seguintes variáveis do sistema :

i) Variáveis de barramento	(número)
1 - Tensão de barramento V	(53)
2- Angulo de fase G da tensão	(53)
3- Potência ativa de geração PG	(5)
4- Potência reativa de geração QG	(8)
5- Potência ativa de carga PL	(19)
6- Potência reativa de carga QL	(19)
7- Injeção de potência reativa devido a elemento Shunt QSII	(8)
9- injeção de potência reativa Q	(2)
10- Variação de potência ativa gerada em relação ao limite máximo permitido PGRA	(5)
11- Variação de potência reativa gerada em relação ao limite máximo permitido QGRA	(8)
12- Variação de potência reativa gerada em relação ao limite mínimo permitido QGRB	(8)
ii) Variáveis de linha	(número)
1 - Potência ativa do fluxo da linha Pr	(5 9)
2- Potência reativa do fluxo da linha Qf	(5 9)
iii) Variáveis globais do sistema	
1- ZPG	
2- ZQG	
3- ZPL	
4- SQL	
5- Z PGRA	
6- £ QGRA	
7- £ QGRB	

Com isso, a dimensão do vetor padrão do sistema ficou definida em 313 características. Ou seja :

$X_t = [V_1, \dots, V_n, \delta_1, \dots, \delta_n, PO_1, \dots, PO_n, QG_1, \dots, QG_n, \dots, PL_1, \dots, PL_n, \dots, QSH_1, \dots, P_m, \dots, Q, \dots, I, \dots, QGRB]$

onde $I, QGRB$ é a variável de nQ 313.

Após desprezarmos as grandezas:

1. Ângulo de tensão 0 de PAQ (por ser a barra de referência do sistema),
 2. Potência ativa de carga PL no barramento de CGD (PIC - 12 - CGD),
 3. Todas as variações de potência reativa gerada em relação aos limites mínimo e máximo permitidos (no total de 16 variáveis), por se tratarem de informações redundantes,
 4. As variáveis ZPGRA, ZQGRA e ZQRB (no total de 3 variáveis) também por fornecerem informações redundantes,
- resultou assim em um vetor padrão X de dimensão $n = 292$.

3.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [3.1] - Planejamento estratégico da CIIESF.
- [3.2] - Relatório Estatístico da Operação da CHESF, documento emitido pela Divisão de Controle de Qualidade da Operação (DOCQ) em ABR/92.
- [3.3] - Arquivos de Casos base dos meses de JAN/ FEV/ MAR de 1991 da CHESF.
- [3.4] - FALCÃO, D. M.; DO COUTO FILHO, M. B. e LEITE DA SILVA, A. M. - "Incorporação da Previsão do listado na Avaliação da Segurança de Sistemas de Potência", 80 CBA - UFPA - Belém, 1990, p. 748/755.
- [3.5] - Programas ANAREDE (desenvolvido pelo CEPTEL para ambiente IBM), MAIO/1983.

CAPITULO 4

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE FISHER NA SELEÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS E PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO

CAPÍTULO 4

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE FISHER NA SELEÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS E PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO

4.1 - O PROCESSO DE SELEÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

A técnica de Fisher utilizada na seleção das características fornece uma medida de erro de classificação que pode surgir quando a variável X_i é utilizada como atributo, ou seja, qual a medida de erro que poderá surgir se a variável X_j for utilizada para informar sobre a segurança do sistema. Quanto maior for o valor de F_j , menor será a probabilidade de má classificação.

Para a aplicação dessa técnica devemos então especificar o número máximo de características desejada ou o valor mínimo de F_j e selecionar os atributos na ordem decrescente de F_j , desprezando as informações redundantes, onde esta redundância é medida em função do coeficiente de correlação. Nesta técnica o valor de F_j calculado, leva em consideração tanto as informações interclasses, como intraclasses, além de ser bastante eficiente quando as variáveis envolvidas são fortemente correlacionadas.

Abaixo, listamos as informações que devemos fornecer ao programa de SELEÇÃO DE CARACTERÍSTICAS (ver apêndice A.4.1) de maneira a obter as informações desejadas :

- d -> dimensão do vetor padrão do conjunto de treinamento.
- $q_{\text{máx}} \wedge d - 1$ -> número máximo de coordenadas selecionadas.
- $R_{\text{máx}} \sim *$ maior valor do coeficiente de correlação permitido.
- $P_{\text{mín}} \sim *$ mínimo da função de Fisher.

No final do processamento ficamos com q coordenadas selecionadas, que representam aquelas que nos dão uma maior informação sobre a segurança do sistema com uma menor probabilidade de erro.

No início da nossa análise, partimos com um valor máximo do coeficiente de correlação no valor de 0,95 fixando a dimensão máxima do vetor de características com valores entre 10 e 20.

o resultado não foi satisfatório, pois não conseguimos eliminar muitas características do vetor padrão original mantendo-se o coeficiente de correlação máximo igual a 0,95. Então, a partir daí, fomos diminuindo o valor do coeficiente de correlação máximo, e obtivemos resultados satisfatórios para os seguintes valores apresentados na Tabela 4.1 :

Rmáx	nº de coordenadas do vetor característica
0,70	26
0,60	17
0,55	12
0,50	10
0,45	10
0,40	8

Tabela 4.1 : Coeficiente de correlação (Rmáx) X número de coordenadas selecionadas

No apêndice A.4.1, são apresentadas todas as variáveis com seus valores respectivos da Função de Fisher, bem como as variáveis selecionadas em função do coeficiente de correlação máximo especificado e seus vetores de normalização correspondentes.

Para que obtivéssemos uma dimensão menor do vetor padrão de características, optamos por escolher os casos em que os coeficientes de correlação máximos variavam de 0,55 à 0,40 (dimensão variando entre 12 e 8).

A escolha do vetor de característica foi realizada através do processo de construção dos classificadores para os 4 casos em questão (RMAX = 0,55/0,50/0,45/0,40), de maneira que podéssemos optar pelo vetor de características que fornecesse a melhor Função Discriminante de Fisher.

4.2 • Q PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO

4.2.1 - Determinação da Função Discriminante de Fisher para o Conjunto de Treinamento

Essa etapa do procedimento é a mais simples de todas, onde se define a Função Discriminante que estabelece a fronteira de separação entre as classes SEGURA e INSEGURA. A função $Z = f(x)$, corresponde a um mapeamento do Espaço de Características (R_d) no eixo real (R), realizando a classificação automatizada. A Figura 4.1 ilustra as classes.

$z < 0 \Rightarrow$ padrão pertence a classe **SEGURA**
 $z > 0 \Rightarrow$ padrão pertence a classe **INSEGURA**

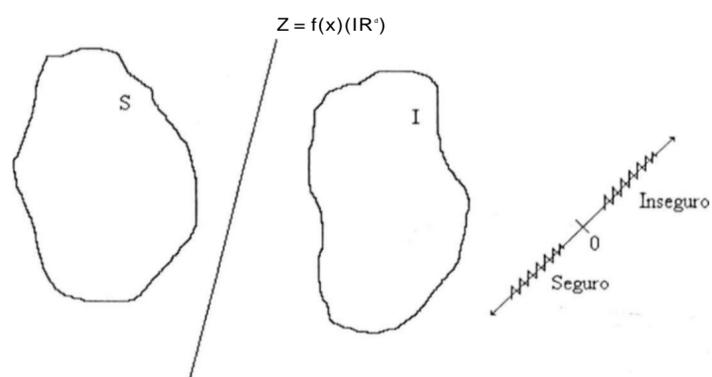


Figura 4.1 : *Representação Simplificada da Transformação do Espaço de Característica Rd para o eixo real R.*

O método utilizado para determinação da Função Discriminante Linear foi o de Fisher, já definido no capítulo 2. Ou seja :

$$z = w_0 + w_1 x = \mathbf{V}^* \mathbf{Y}$$

onde : $\mathbf{W} = [w_1 \quad w_2 \quad w_3 \quad \dots \quad w_d]^t$

$$\mathbf{X} = [x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad \dots \quad x_d]^t$$

$$\mathbf{V} = [w_0 \quad w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_d]^t$$

$$\mathbf{Y} = [1 \quad x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_d]^t$$

e onde o vetor \mathbf{W} é determinado resolvendo-se o sistema de equações lineares :

$$S_0 \cdot \mathbf{W} = \mathbf{A} \quad \text{ou} \quad \mathbf{W} = S_0^{-1} \mathbf{A}$$

onde: $\mathbf{A} = \mathbf{X}_2 - \mathbf{X}_1$ -> vetor diferença das médias intraclasses

$$S_0 = S_j + S_i \quad \text{---> matriz de espalhamento intraclasses}$$

$$\therefore S_j = K_{ij} Z_j \quad \text{matriz de espalhamento } i=1, 2, E_j = E[(X - X_j)(X - X_j)^t]$$

c 11

n : -> número de elementos da classe i

Devemos salientar que após a determinação do vetor V , é interessante normalizá-lo por $\|V\|$, de tal maneira que o valor de Z já represente uma medida da distância do Padrão X ao hiperplano de separação.

Apresentamos a seguir as quatro Funções Discriminantes Lineares de Fisher, para as quatro Seleções de Características ($R_{max} = 0,50; 0,45$ e $0,40$) realizadas no item anterior, com seus respectivos erros de classificação. Os resultados estão indicados na Tabela 4.2.

Classificador	R_{max}	Erros de Classificação
1	0,55	0
2	0,50	0
3	0,45	0
4	0,40	0

Tabela 4.2 : Relação do n° de Erros de Classificação obtidos em função do coeficiente de Correlação Máximo (R_{max}) definido para os classificadores testados.

Apesar de todos os classificadores não apresentarem nenhum erro de classificação, optamos pelo classificador 3, que proporcionou a melhor partição do espaço de características, ou seja, a distância dos 12 padrões originais ao hiperplano de decisão Z sempre apresentou mais bem definida (os padrões se encontravam mais distantes da fronteira de decisão), dando maior confiabilidade na classificação. Essa melhor partição se dá devido a uma maior distância de padrões da classe **SECURA** e **INSEGURA** do hiperplano de separação.

O apêndice A.4.2 apresenta todos os classificadores obtidos bem como os valores de $Z(X)$ correspondentes aos vetores padrões **SEGUROS** e **INSEGUROS** do conjunto de treinamento.

Logo, para o classificador (3), as variáveis (normalizadas) extraídas do vetor padrão original estão indicadas na Tabela 4.3

Coordenada i	X_j (variável)	Descrição da Variável
1	264	Fluxo de reativo da linha RCD/13G1
2	261	Fluxo de reativo da linha RCD/PRD
3	5	Tensão de barramento de AGL
4	249	Fluxo de reativo da linha US13/UIT
5	168	Potência ativa gerada em PAT
6	256	fluxo de reativo na linha AGL/CGD
7	44	Tensão de barramento de SMD
8	120	Potência ativa de carga no barramento de RLD
9	123	Potência ativa de carga no barramento de PRD
10	47	Tensão de barramento de SJI

Tabela 4.3 : Variáveis selecionadas à partir do fator de correlação ($R_{\hat{a}_i}$) $\sim 0,45$.

O classificador obtido é indicado pela expressão :

$$Z = -56,60 + 0,9112 X_1 + 0,07951 X_2 + 0,3462 X_3 + 0,08885 X_4 - 0,06047 X_5 - 0,01779 X_6 + 0,02597 X_7 + 0,06559 X_8 - 0,06322 X_9 + 0,1503 X_{10}$$

E seu mapeamento está indicado na Tabela 4.4 :

	Z(Xj)	Tipo padrão
1	-1.135	S
2	-1.075	s
3	-1.319	s
4	-1.369	s
5	-1.153	s
6	1.094	l
7	1.095	l
8	1.085	l
9	1.081	l
10	1.075	l
11	1.090	l
12	1.112	l

Tabela 4.4 : Resultado dos padrões SEGUROS e INSEGUROS com o classificador

As Tabelas 4.5 e 4.6 apresentam as coordenadas dos vetores das classes SEGURA e INSEGURA.

* CLASSE SEGURA *

Variáveis	PADRÕES				
	P1	P2	P3	P ₄	P ₅
X ₁	23,1	14,2	23,1	10,6	20,7
x ₂	-17,4	-12,3	-17,1	-13,4	-15,3
x ₃	1.029	1.050	1.030	1.045	1.030
x ₄	-166,5	-166,1	-198,5	-161,3	-195,9
x ₅	0,0	8,0	0,0	8,0	5,0
x ₆	-24,6	-30,3	-26,0	-29,4	-26,0
x ₇	1.012	0,991	0,994	1.001	1.002
x ₈	172,0	163,8	163,8	171,9	171,9
x ₉	14,0	12,0	14,0	10,0	8,0
1ü	1.052	1.056	1.057	1.052	1.057

Tabela 4.5 : Coordenadas dos Vetores Padrões da Classe Segura

* CLASSE INSEGURA *

Caract.	PADRÕES						
	Pd	P?	P ₁		P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂
X _j	35,9	41,8	41,9	40,8	41,2	40,6	41,3
x ₂	2,6	-17,9	-7,4	-12,1	-4,6	-12,5	-4,6
x ₃	1.051	1.058	1.037	1.050	1.045	1.049	1.044
x ₄	-148,0	-131,6	-90,6	-203,6	-125,8	-170,2	-152,5
x ₅	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0	50,0	50,0
x ₆	-34,0	-27,1	-21,4	-26,9	-18,7	-29,8	-18,6
x ₇	1.016	1.005	0.989	1.009	1.005	1.007	0.992
x ₈	172,0	172,2	172,2	164,0	161,9	172,0	172,0
x ₉	12,0	14,2	10,0	14,2	10,0	13,0	10,0
X ₁₀	1.047	1.006	1.056	1.072	1.063	1.067	1.067

Tabela 4.6 : Coordenadas dos Vetores Padrões da Classe Insegura

4.2.2 - Preparação do Conjunto de Testes

Esta é a última etapa do processo antes se obter o classificador definitivo para o sistema em estudo, podendo ser bastante trabalhosa, devido a necessidades de se dispor de novos padrões reais do sistema para constituir o conjunto de testes passando por todas as etapas mencionadas na elaboração do conjunto de treinamento já definido, onde já conhecemos à priori sua classificação. Em seguida retiramos do conjunto de teste as variáveis selecionadas no item 4.1 e aplicamos ao classificador definido no item 4.2.1, verificando se sua classificação está correta ou não. Posteriormente devemos fazer a união dos novos padrões definidos no conjunto de testes com conjunto de treinamento e finalmente ajustar a Função Discriminante de Fisher obtida originalmente, de maneira a obter um bom desempenho na classificação.

A rigor isto significa a repetição de todos os passos do processo, ou seja, desde a obtenção de novos padrões reais do sistema (retratando o modelo reduzido em estudo), passando pelas simulações com a mesma lista de contingências pré-definida, até a obtenção da nova Função Discriminante ajustada.

No nosso trabalho, em virtude da dificuldade atual de se obter outros padrões reais do sistema, além dos padrões utilizados nos estudos de planejamento elétrico, c levando-se em conta que os padrões utilizados no conjunto de treinamento original são realmente representativos do sistema, optamos por utilizar uma técnica diferente, mais simples, que gera uma quantidade bem maior de padrões, com um esforço computacional bem menor.

Nessa técnica, deixamos o modelo determinístico de lado, e optamos pela geração aleatória de padrões em torno dos padrões reais utilizados no conjunto de treinamento, que realmente se localizassem próximos a região de fronteira.

Essa escolha tem uma explicação muito mais geométrica do que estatística. Isso porque os Padrões são gerados aleatoriamente (Pseudo-Padrões) dentro de uma hipersfera de raio ϵ , centrada em cada uma dos padrões originais do conjunto de treinamento. A partir daí podemos determinar o maior valor de ϵ , sem que se modifique o desempenho do classificador.

O valor de ϵ nos fornece a informação de que qualquer padrão dentro de uma hipersfera de raio ϵ , centrada em um Padrão Classificado corretamente, também será classificado corretamente.

O algoritmo utilizado na geração aleatória de padrões, foi desenvolvido pelo Grupo de Estudos de Reconhecimento de Padrões do DES (ver apêndice A.4.3).

4.2.2.1 - O Conjunto de Testes

Através da utilização deste algoritmo geramos 12 padrões em torno dos 12 padrões originais, fornecendo um total de 144 padrões, totalizando no conjunto final (conjunto original + conjunto de testes) 156 padrões.

Após realizarmos a fase da classificação, o próximo passo é a avaliação do seu desempenho.

Um critério muito utilizado é avaliar simplesmente a taxa de erro, ou seja, a proporção de padrões mal classificados.

Um caso bastante simples é o da **taxa de erro aparente**, ou a taxa obtida através do próprio conjunto de treinamento. Este estimador é considerado um indicador de desempenho quando o número de amostras é suficientemente maior do que a dimensão dos vetores padrões utilizados na regra de classificação.

A Tabela 4.7 apresenta o desempenho do classificador original obtido no item 4.2.1, para diferentes valores de ϵ , a partir de um valor inicial

ϵ	Erros de Classificação
0,10	0
0,15	2
0,16	5
0,17	8
0,18	8
0,19	14
0,20	27
0,21	30
0,22	37
0,23	47
0,24	61
0,25	78
0,30	114
0,35	120
0,40	121

Tabela 4.7 : Erros de Classificação em função de valores ϵ com o classificador original

Os erros da Tabela 4.7, foram reduzidos, quando utilizamos o novo conjunto de padrões (conjunto de treinamento + conjunto de testes), para ajustar os parâmetros do classificador original.

A Tabela 4.8 apresenta o desempenho do novo classificador, considerando os mesmos valores de ϵ anteriores :

ϵ (%)	Erros de Classificação
0,10	0
0,15	2
0,16	0
0,17	0
0,18	0
0,19	2
0,20	0
0,21	0
0,22	7
0,23	5
0,24	3
0,25	2
0,30	4
0,35	3
0,40	8

Tabela 4.8 : *Erros de Classificação em função de valores de ϵ com o novo classificador.*

Na tentativa de se obter um classificador mais robusto, aplicamos um algoritmo iterativo de correção de erro, realizando um ajuste no novo classificador.

A técnica utilizada para este ajuste, foi a do Incremento Proporcional (ver apêndice A.4.4).

A Tabela 4.9 indica o desempenho do novo Classificador ajustado após a utilização da técnica do Incremento Proporcional

ϵ (%)	Erros de Classificação
0,10	0
0,15	0
0,16	0
0,17	0
0,18	0
0,19	0
0,20	0
0,21	0
0,22	2
0,23	2
0,24	2
0,25	2
0,30	2
0,35	3
0,40	5

Tabela 4.9 : *Erros de Classificação em função de valores de ϵ para o novo classificador ajustado com a técnica do Incremento Proporcional*

Finalmente, consideramos 0,21 como sendo o maior valor possível de ϵ , sem que se introduza nenhum erro de classificação. Esse valor nos informa que qualquer padrão do sistema que esteja em torno dos padrões originais a uma distância inferior a 0,21 será classificado corretamente. Traduzindo em termos de padrões do sistema elétrico esses novos padrões representam perturbações de algumas variáveis do vetor padrão original que trazem o sistema para um novo ponto de operação em um mesmo estado de segurança do padrão original. Ao valor de ϵ corresponderia em termos de distância ao limite máximo do valor da perturbação em torno do padrão. O novo classificador ajustado, para $\epsilon = 0,21$ é indicado na expressão abaixo :

$$Z = -94,69 + 0,2958 X_1 + 0,4444 X_2 + 0,5655 X_3 + 0,1797 X_4 + 0,07354 X_5 + 0,4169 X_6 + 0,1282 X_7 + 0,2248 X_8 + 0,3240 X_9 + 0,1085 X_{10}$$

No apêndice A.4.5 apresentamos a classificação de todos os 156 padrões, através deste classificador.

4.3 - AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Após a geração aleatória de padrões seguida de ajustes realizados no classificador original conseguimos chegar a um classificador com uma taxa aparente de erro nula, sugerindo a viabilidade da aplicação da técnica de Reconhecimento de Padrões na automatização da informação sobre a segurança do sistema.

Como observação final, gostaríamos de salientar que após a instalação de todas as UTR's (totalizando 49) no SCS da CHESF, teremos disponível através dos programas de Análise de Segurança, tantos padrões do sistema quantos forem necessários, facilitando enormemente o trabalho na fase "off-line", e também que no diz respeito a elaboração de um conjunto de treinamento bastantes representativo.

4.4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [4.1] - GNANADESIKAN, I. - "Discriminant Analysis and Clustering : Panel on Discriminant Analysis, Classification and Clustering". Statistical Science, v. 4, nQ 1, p. 34-69, 1989
- [4.2] - PESSOA, L. F. C. - Programas disponíveis no Laboratório de Reconhecimento de Padrões (DES).

CAPITULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo desses capítulos procuramos apresentar uma metodologia para a utilização da técnica de Reconhecimento de Padrões na avaliação da segurança de sistemas de potência.

Nosso objetivo foi analisar os principais tópicos relativo a este problema, partindo de um modelo real, tentando com isso mostrar a viabilidade do emprego da técnica de Reconhecimento de Padrões.

Portanto, após nosso estudo, chegamos as seguintes conclusões :

FASE "OFF-LINE"

- i) A compilação dos casos base necessários a elaboração do conjunto de treinamento na fase "onT-line" apesar de ser bastante árdua, e as vezes difícil, devido a grande manipulação dos dados relativos ao histórico de casos bases na empresa, pode ser bastante facilitada através da disponibilidade dos programas de Análise de Segurança de centros de controle em tempo real.
- ii) Novos padrões podem ser acrescentados ao conjunto de treinamento, acompanhado o crescimento/desenvolvimento do sistema elétrico bem como a ocorrência de contingências ainda não contempladas em estudos, contribuindo com ajustes no classificador, ao longo do tempo aumentando sua confiabilidade.
- iii) É imprescindível para obtenção de um bom classificador, o conhecimento dos limites operativos dos componentes do sistema, o que nos dá a informação necessária para classificação dos estados SEGURO e INSEGURO, dos padrões do conjunto de treinamento.
- iv) Após a seleção de atributos tem-se uma informação precisa de quais variáveis são significativas na informação sobre a segurança do sistema.
- v) A geração aleatória de padrões foi utilizada com a finalidade de gerar um conjunto de teste para fornecer uma idéia da confiabilidade do classificador. Com a disponibilidade nos centros de controle em tempo real de programas de análise de segurança, o

conjunto de teste pode ser diretamente obtido através de vários casos bases que retratam o estado atual do sistema.

FASE "ON-LINE"

- i) A informação sobre a segurança do sistema pode ser avaliada a cada nova varredura do sistema de aquisição de dados SCADA, informando ao operador quando o sistema se encontra no estado INSEGURO, não necessitando que ele determine em intervalos de tempo indefinidos o processamento de uma lista de contingências para após avaliação dos resultados, concluir sobre o estado SEGURO ou INSEGURO do sistema. Resultando com o emprego da Técnica de Reconhecimento de Padrões em uma maior confiabilidade e rapidez na informação sobre a segurança.
- ii) A figura 5.1 abaixo ilustra um diagrama esquemático possível para implementação da técnica.

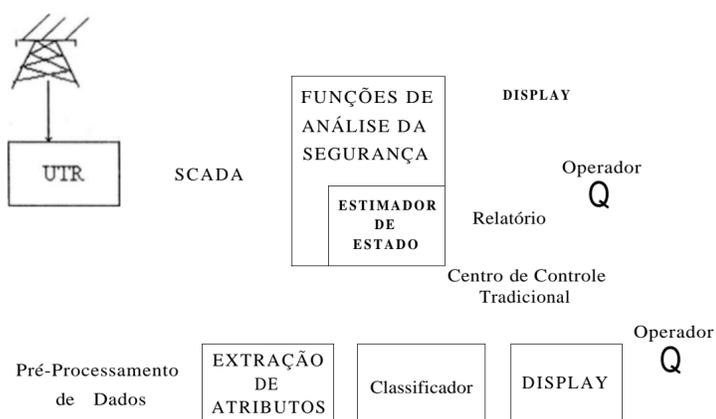


Figura 5.1 : Diagrama Simplificado da Técnica de Reconhecimento de Padrões que pode ser Implementada em um Centro de Controle em Tempo Real.

Finalmente, deixamos como sugestão para estudos futuros a implementação desta técnica em centros de controle em tempo real, considerando o desenvolvimento de um "software" de interface entre o sistema em tempo real e a fase de desenvolvimento "off-line" da Técnica de Reconhecimento de Padrões, de maneira a se perseguir um ajustamento dinâmico do classificador em função da dinâmica do sistema, que associada com as funções de análise de segurança convencionais, possam contribuir com um aumento na eficiência da informação sobre a segurança do sistema, possibilitando ações mais rápidas dos operadores e conseqüentemente uma maior continuidade nos serviços prestados pelos sistemas elétricos de potência.

APÊNDICE - A.3.1-a

Solução do Fluxo de Potência para o Sistema Completo

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
 ' CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

SUMARIO DE CONSTANTES

BASE	DASE	TEPA	EXST	TETP	TBPA	TLPP	TZPR	QLST	TLPR	TLPO
100.0	100.0	1.00	4.00	5.00	5.00	1.00	1.00	4.00	1.00	2.00

TSBZ	TSBA	ASTP	VSIP	TLVC	TLTC	TSFR	ZMAX	TLFV	VDMM	VDWN
0.01	5.00	0.05	5.00	0.50	0.10	0.01	500.0	0.50	150.0	50.0

TUDC	TADC	FGER	CNKK	TPST
0.01	0.01	30.0	135.05	500.00

LFTT	ACIT	LPCV	DCIT	VSIT	LPIT	LFLP	LCRT
10	30	3	10	10	20	5	60

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * ÁREA 3

SUDESTE DA BAHIA

DA BARRA NUM.	TIPO	DADOS - BARRA				LINK DC HW/ MW	SHUNT MW/ EQUIV	PARA BARRA NUM.	NOME	FLUXOS			LINHAS	
		TENSÃO MVA/ ANG	GERAÇÃO MW/ MVA	INJ BÚ MW/ MVA	CARGA MW/ MVA					IRC	HW	HYAR	TAP	DEFAS TL
1313	0	0 998	D ?	0.0	28 0	0.0	0.0							
JZB-2 69		3.4	0 0	0.0	-4 3	0.0	0.0							
								1311	JUAZEIRO 230	0	-19 d	8 7		TL
								1314	505 - 69 KV	3	0 8	-0 5		
								1318	JUAZEIROIFIC	C	-4 7	-1 9 0 976		
								1319	JZD FIC	G	-4 8	-2 0 0 976		
1314	0	0 997	0 0	0.0	C 6	0.0	0.0							
SOB - 69 KV		3.2	3 G	0.0	0 C	0.0	0.0							
								1313	JZB-2 69	C	-0 8	-3 2		
								1317	SOB - 13.8KV	0	0 4	3 1		
								1317	SOB - 13.8KV	0	0 4	3 1		
1315	0	1 028	0 0	0.0	0 0	0.0	0.0							
JUAZEIRO1-13		4.1	0 0	0.0	0 0	0.0	0.0							
								1318	JUAZEIROIFIC	0	0 0	0 0		
1316	0	1 028	0 0	0.0	0 0	0.0	0.0							
JZD 13.8		4.1	0 0	0.0	0 0	0.0	0.0							
								1319	JZD FIC	G	0 0	0 0		
1317	0	1 000	0 0	0.0	0 8	0.0	0.0							
SOB - 13.8KV		2.9	0 0	0.0	0 2	0.0	0.0							
								1314	SOB - 69 KV	0	-0 4	-0 1 1 004		
								1314	SOB - 69 KV	0	-0 4	-0 1 1 004		
1318	0	1 028	0 0	0.0	0 0	0.0	0.0							
JUAZEIRO1FIC		4.1	0 0	0.0	0 0	0.0	0.0							
								1311	JUAZEIRO 230	0	-4 7	-2 8		TL
								1313	JZB-2 69	0	4 7	2 0		
								1315	JUAZEIRO1-13	C	3 0	0 0 1 000		
1319	0	1 028	0 C	0.0	0 0	0.0	0.0							
JZD FIC		4.1	3 0	0.0	0 0	0.0	0.0							
								1311	JUAZEIRO 230	0	-4 8	-2 1		TL
								1313	JZB-2 69	0	4 8	2 1		
								1316	JZD 13.8	C	3 0	0 0 1 000		
1321	0	0 995	0 0	0.0	17 0	0.0	0.0							
JAGUARARI230		3.0	0 0	0.0	5 7	0.0	0.0							
								1311	JUAZEIRO 230	C	-38 9	18 9		TL
								1331	SEF 230	C	21 3	-24 6		
1331	0	1 005	0 0	0.0	0 0	0.0	0.0							
SEF 230		2.0	0 0	0.0	6 6	0.0	0.0							
								1311	JUAZEIRO 230	C	-30 8	9 ?		TL
								1321	JAGUARARI230	C	-21 8	12 C		
								1333	S. BONFIM 69	0	10 1	2 7		
								1333	S. BONFIM 69	C	9 9	2 6		
								1341	IRECE 230	C	32 7	-27 7		

CEP EL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
 * CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW • COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

TOTAIS DA AREA 3

	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK	DC	SHUNT	EXPORT	IMPORT	REP.DFS
	MW/ HVAR	MW/ MZR	MW/ MZR	MW/ MZR	MW/ HVAL		MW/ EQUIV	MW/ MZR	MW/ MZR	MW/ MZR
	0.0	0.0	97.8	0.0	-58.2		0.0	37.4	4.1	0.8
	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0					-91.3

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

' CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW • COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA AREA 4

AREA SUL

X	DA BARRA	TENSÃO	DADOS - BARRA			LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	FLUXOS	LINHAS				X
			NUM.	TIPO	GERAÇÃO					INJEÇÃO	NUM.	TIPO	NUM.		TIPO	NUM.	TIPO
X	NUM.	ANG	MW	MVAR	MVAR	MW	MVAR	NUM.	NUM.	MW	MVAR	TAP	DEFAS	TL
	713	0	1.003	3 G	G G	22 9	G 0	0.0						
	ITABAIANA 69	-11.1	3 3	2 G	1 9	0 2	0.0							
									711 ITABAIANA230	3	-6 8	-4 8	1 041	TL
									716 IT3-TIPICA	3	2 3	0 0	1 000	
									716 ITB-TIPICA	0	2 8	3 0	1 000	
									718 FIC-ITB 230	3	-20 4	8 0		
	715	0	1.003	3 0	G 0	0 0	G 2	0.0						
	ITB 13.8	-11.2	3 0	G 0	0 0	G 0	G 0	0.0	718 FIC-ITB 230	3	0 8	3 8		
	716	0	0.993	3 0	G 0	4 0	G 0	0.0						
	ITB-TIPICA	-12.7	3 0	0 0	4 0	G 2	0.0							
	718	0	1.003	3 0	0 0	0 0	0 2	0.0	713 ITABAIANA 69	C	-2 0	-8 7		
	FIC-ITB 230	-11.2	3 G	2 0	G 0	G 2	0.0		713 ITABAIANA 69	C	-2 3	-3 7		
	721	0	0.969	3 0	0 0	26 9	G 2	0.0	711 ITABAIANA230	0	-20 4	0 6		TL
	JARDIM 230	-10.7	3 0	0 0	10 3	0 2	0.0		713 ITABAIANA 69	0	20 4	-0 8	1 000	
									715 ITB 13.8	G	0 0	8 8	1 000	
	723	0	1.002	3 0	0 0	85 0	0 2	0.0	711 ITABAIANA230	C	-56 8	-22 9		TL
	JARDIM 69	-13.9	3 0	0 0	30 0	0 2	0.0		711 ITABAIANA230	3	-56 8	-22 9		TL
									723 JARDIM 69	C	41 0	17 1	C 946	
									723 JARDIM 69	3	44 8	18 4	O 946	
	730	0	1.011	3 0	0 0	0 0	G G	0.0	721 JARDIM 230	3	-41 8	-14 5		
	DER.OLD-1	-9.6	3 0	0 0	0 0	0 0	0 C	0.0	721 JARDIM 230	3	-44 0	-15 5		
									701 C.DANTAS 230	3	-64 7	1 4		TL
									735 DER.OLD 13.8	3	1 3	3 0	O 957	
									782 CATU 230	C	63 7	-1 4		
	731	0	1.011	3 G	G 0	0 0	0 3	0.0	701 C.DANTAS 230	G	-64 3	1 3		TL
	DER.OLD-2	-9.6	G 0	G 0	0 0	0 0	0 0	0.0	782 CATU 230	0	64 3	-1 3		
	735	0	1.057	3 G	0 0	1 G	0 2	0.0						
	DER.OLD 13.8	-9.9	3 G	G G	0 0	0 2	0 2	0.0	730 DER.OLD-1	c	-1 8	0 C		

ii)

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 4 *

*** AREA SUL ***

X DA BARRA		DADOS - BARRA -					LINK DC		SHUNT		FLUXOS			LINHAS		
NM.	TIPO	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	BOV	CARGA	DC	SHUNT	PARA	BARRA	CIRC	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL	
NOME		MD/	MW	MW	MW	MW	MW	MVAR?	NUM.	NOME		MW	MVAR	X	X-X	
		ANG	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	EQUIV				X	-X	X	X-X	
760	0	0.966	D.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
UTC-II	GI/G2	-13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	752	CMD BP-2 230	0	0.0	0.0			
761	0	0.966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
UTC-II	G3/G4	-13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	752	CMD BP-2 230	0	0.0	0.0			
762	0	0.966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
UTC-II	G5/G6	-13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	752	CMD BP-2 230	0	0.0	0.0			
77C	1	1.007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
UTC-I	01G1	-13.1	24.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	752	CMD BP-2 230	0	0.0	24.4			
771	1	1.007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
UTC-I	01G2	-13.1	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	752	CMD BP-2 230	0	0.0	24.5			
772	1	1.007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
UTC-I	01G3	-13.1	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	752	CMD BP-2 230	0	0.0	24.5			
773	0	0.966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
UTC-I	01G4	-13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	752	CMD BP-2 230	0	0.0	0.0			
774	0	0.966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
UTC-I	01G5	-13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	752	CMD BP-2 230	0	0.0	0.0			
776	0	0.991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
CS FIC	01	-13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	751	CMD BP-1 230	0	0.0	48.2			
777	0	0.967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	778	CMD - CS 01	0	0.0	-48.2			
CS FIC	02	-13.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	751	CMD BP-1 230	0	0.0	0.0			
778	1	1.007	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	779	CMD - CS 02	0	0.0	0.0			
CMD - i:s	oi	-13.5	48.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	776	CS FIC 01	0	0.0	48.9			
779	0	0.967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
CMD - i:s	O2	-13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	777	CS FIC 02	0	0.0	0.0			

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 4

AREA SUL

DADOS - BARRA										FLUXOS		LINHAS		
DA BARRA	TIPO	TENSÃO	GENERAÇÃO	INM/AV	CARGA	LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	NOME	CIRC	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL
NM.	NO	AVG	MZR	MZR	M/MZR	M/MZR	M/MZR/EQUIV	NM.	NO	X-X	MW	MZR	X	X-X
802		0	0.981	0.0	0.0	99.9	0.0							
COTEGIPE	230	-14.4				53.4	0.0							
								751	CM BP-1	230	0	-97.1	-35.2	
								752	CM BP-2	230	0	-101.2	-23.3	
								806	COTEGIPE	69	0	36.2	-4.3	
								806	COTEGIPE	69	0	39.6	-4.3	
								822	JACARAC.	230	0	6.1	26.3	
								842	PTU 230		0	17.6	-12.3	
806		0	1.014	0.0	0.0	59.7	0.0	42.0						
COTEGIPE	69	-17.3				14.6	0.0							
								786	CATU	69	0	3.6	.3	
								786	CATU	69	0	3.6	.3	
								802	COTEGIPE	230	0	-36.5	6.3	
								802	COTEGIPE	230	0	-39.0	6.3	
								810	CIG T4	13.8	0	0.0	0.0	1.000
								811	CIG T1	13.8	0	0.0	0.0	1.000
								819	COTEGIPE	33	0	0.5	0.3	0.980
								819	COTEGIPE	33	0	0.5	0.3	0.980
								843	PITUACU	69	0	3.7	5.9	
								843	PITUACU	69	0	3.7	5.9	
810		0	1.014	0.0	0.0	0.0	0.0							
CIG T4	13.8	-17.3				0.0	0.0							
811		0	1.014	0.0	0.0	0.0	0.0							
CIG T1	13.8	-17.3				0.0	0.0							
815		0	0.978	0.0	0.0	0.0	0.0							
COTEGIPE	6.6	-17.6				0.0	0.0							
819		0	1.033	0.0	0.0	0.0	0.0							
COTEGIPE	33	-17.6				0.5	0.0							
822		0	0.976	0.0	0.0	110.6	0.0							
JACARAC.	230	-14.4				70.8	0.0							
								752	CM BP-2	230	0	-129.5	-49.7	
								752	CM BP-2	230	0	-129.3	-49.7	
								802	COTEGIPE	230	0	-6.0	-28.6	
								824	DDW 230		0	53.1	31.3	
								824	DDW 230		0	55.1	31.3	
								826	JACARACAN.	69	0	22.6	-2.7	0
								826	JACARACAN.	69	0	22.4	-2.7	0

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-0S/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 4

AREA SUL

DA BARRA NÚM.	TIPO	DADOS		BARRA		LINK DC	SHUNT	PARA BARRA		FLUXOS		LINHAS		X
		TENSÃO MVA	GERAÇÃO MW	INJ MW	BOV MW			CARGA MW	MVAR	NÚM.	NOME	CIRC	MW		MVA?	TAP	DEFAS	TL
NOME		ANG	MVA	MVA	MVA	MVA	MVA	X	X	X	X	X	X	X
824	C	0.973	D.C	G.G	110.G	G.G	3.G							
DDW 230		-14.6	0.G	0.G	64.3	0.0	0.0							
826	c	0.997	3.C	c.0	45.G	0.G	21.2	823 JACARAC. 230	3	-55.0	-32.3			
JACARACAN.6		-16.1	3.G	0.0	14.6	c.0	0.0	822 JACARAC. 230	G	-55.3	-32			
								822 JACARAC. 230	n	-22.6	3.4			
								822 JACARAC. 230	G	-22.4	3.3			
								830 JACARACAN.13	0	0.0	0.0	0.0	1.000	
								831 JCR 13.8KV	C	0.0	0.0	0.0	1.000	
830	0	0.997	3.0	0.0	C.0	0.0	0.C	826 JACARACAN.69	3	0.0	G.0			
JACARACAN.13		-16.1	G.C	0.0	0.0	0.0	0..G							
831	0	0.997	3.0	0.0	C.0	0.0	0.0							
JCR 13.8KV		-16.1	0.0	0.0	G.0	G.0	0.0							
842	0	0.982	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	826 JACARACAN.69	0	0.0	C.0			
PTU 230		-14.6	G.0	0.0	0.0	G.0	0.0							
								751 CMD BP-1 230	G	-71.0	-17.8			
								802 COLEGIPE 233	C	-17.0	7.8			
								843 PITUACU 69	c	40.3	6.4	C.976		
								843 PITUACU 69	0	39.3	0.2	2.976		
								852 MATATU 230	c	8.3	-2.C			
843	0	0.999	3.0	0.0	89.8	0.0	0.c							
PITUACU 69		-17.5	3.0	3.0	23.4	G.0	c							
								806 COLEGIPE 69	G	-3.7	-6.1			
								806 COLEGIPE 69	C	-3.7	-6.1			
								842 PTU 230	0	-40.3	-4.3			
								842 PTU 230	G	-39.3	-4.2			
								845 PITUACU 13.8	C	0.0	G.0	1.000		
								846 PTU*B-2*13.8	C	0.0	0.c	1.000		
								850 MATATU 69	0	4	-1.3			
								856 MATATU 69	c	-1.4	-1.3			
845	0	0.999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
8		-17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
846	0	0.999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	843 PITUACU 69	0	0.0	0.C			
8		-17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	843 PITUACU 69	G	G.0	c.C			

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

• CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 4 *

AREA SUL

DADOS - BARRA -										FLUXOS - LINHAS					
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQ	CARGA	LINK	DC	SHUNT	PARA	BARRA	CIRC	FLUXOS	TAP	DEFAS	IL
N.M.	TIPO	MD/	MW	MW	MW	MW	MW	MW/	N.M.	NOME	1-X	MW	MVAR	X	X-X
NOME		ANG	MVAR	MVAR	MVAR			EQUIV							
852	0	0.982	0 0	2 2	c G	6 0	0 0	0.0							
MATAIU	230	-14.6	0 c	G 2	G C	0 3	0 0	0.0							
									752	CMD BP-2 230	0	-54 3	-9 7		
									842	PIU 230	c	-8 3	0 9		
									856	MATAIU 69	2	37 6	-11 4	G 998	
									863	MIT 11.9 T5	0	13 9	11 6		
									864	MIT 11.9 T4	0	11 G	8 5		
856	0	1.001	0 0	3 3	34 9	0 0	20.4	0.0							
MATAIU	69	-17.5	0 0	2 3	5 4	c 0	0 0	0.0							
									843	PITUACU 69	c	1 4	1 2		
									843	PITUACU 69	0	1 4	1 2		
									852	MATAIU 230	0	-37 6	13 5		
									865	MATAIU3 11.9	0	0 0	-0 9	1 004	
863	0	1.017	0 c	0 3	13 9	0 0	0.0	0.0							
MIT 11.9 T5		-17.3	0 0	0 3	10 7	0 C	0 0	0.0							
864	1	1.000	0 0	0 3	11 0	0 0	0.0	0.0	852	MATAIU 230	c	-13 9	-10 7	1 076	
MIT 11.9 T4		-17.8	1 0	0 3	8 5	0 c	0 0	0.0							
865	1	1.000	0 0	0 0	0 0	0 0	0.0	0.0	852	MATAIU 230	0	-11 0	-7 5	1 060	
MATAIU3 11.9		-17.5	0 9	0 0	C 0	G c	0 0	0.0							
881	0	1.004	0 0	0 0	0 0	0 c	0.0	0.0	856	MATAIU 69	0	0 0	C 9		
G.MANGA3.230		-17.4	0 0	0 3	0 0	0 0	0.0	0.0							
									752	CMD BP-2 230	c	-87 c	30 5		
									782	CAIU 230	G	-75 8	29 7		
									883	G.MANGAB 69	C	27 5	5 0	0 996	
									883	G.MANGAB 69	0	27 4	5 0	0 996	
									901	B IM 85 230	0	61 2	-37 3		
									902	FUNIL 230	0	46 7	-32 8		
883	0	1.002	3 0	3 3	54 9	G 0	0.0	0.0							
G.MANGAB 69		-19.4	0 0	3 3	8 1	0 G	0 0	0.0							
									881	G.MANGAB 230	c	-27 S	-4 0		
									881	G.MANGAB 230	0	-27 4	-4 0		
									885	GM RL-T2	0	0 0	0 0	1 000	
									887	GM RL-T1	0	0 0	0 0	1 000	
884	0	1.002	0 c	3 G	0 0	0 c	0.0	0.0							
GM 13.8 T2		-19.4	0 0	0 3	0 0	G G	0 0	0.0							
885	0	1.002	0 0	0 0	0 0	0 0	0.0	0.0	885	GM RL-T2	0	0 0	0 0		
GM RL-T2		-19.4	0 0	2 0	0 0	0 C	0 0	0.0							
									883	G.MANGAB 69	0	0 0	0 c		
									884	GM 13.8 T2	c	0 0	0 0	1 000	

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 4

AREA SUL

DADOS DA BARRA										FLUXOS - LINHAS			
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	BOV	CARGA	LINK	DC	SHUNT	PARA BARRA	FLUXOS	DEFAS	TL	
NUM.	TIPO	MD/	MW/	MW/	MW/	MW/		MVAR?	NUM.	CIRO	MW	MVAR	AP
NUM.	TIPO	ANG	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR		EQUIV	NUM.	CIRO	MW	MVAR	AP
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
886	0	1.002	C 0	3 G	G 0	0.0	0.0	0.0					
G.M 13.8 T1	-19.4	0 0	0 C	0 0	0 0	0.0	0.0	0.0	887 G.M RL-T1	C	0 0	0 C	
887	0	1.002	0 0	0 0	G 0	0.0	0.0	0.0					
G.M RL-T1	-19.4	0 0	0 0	0 0	G 0	0.0	0.0	0.0	883 G.MAN CAB 69	o	0 0	0 0	
901	0	1.024	3 0	0 0	0 c	0.0	0.0	0.0	886 G.M 13.8 T1	o	0 c	0 0	000
B.RM 85 230	-21.9	0 0	0 0	0 0	0 0	0.0	0.0	0.0	881 G.MAN CAB 230	0	-60 2	19 2	
902	0	1.021	0 0	0 0	0 0	0.0	0.0	0.0	902 FUNIL 230	0	30 1	-9 6	
FUNIL 230	-23.2	0 0	0 0	0 0	0 0	0.0	0.0	0.0	902 FUNIL 230	c	30 1	-9 6	
904	0	1.000	0 0	0 0	81 3	0 C	0 0	0 0	881 G.MAN CAB 230	c	-45 8	0 4	
FUNIL 138	-25.5	0 0	0 0	0 0	-19 :	3 c	0 0	0 0	901 3 RM 85 230	0	-30 0	-5 4	
910	0	1.017	0 0	0 0	2 3	0 0	0 0	0 0	901 3 RM 85 230	0	-30 0	-5 4	
FUNIL 13	-27.9	0 0	0 0	0 0	1 S	0 0	0 0	0 0	904 FUNIL 138	c	34 4	-6 6	1 030
911	0	1.000	0 0	0 0	G 0	0 0	-5 0	0 0	904 FUNIL 138	c	34 4	-6 6	1 030
FUNIL2 13.8	-27.3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	904 FUNIL 138	o	12 6	-2 4	0 30
912	0	1.000	0 0	0 0	0 G	c 0	0 0	0 0	918 FNL FICT1	0	12 1	12 9	C 929
FUNIL 3 13.8	-25.5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	919 FNL FICT2	0	12 3	13 1	0 928
915	0	1.026	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	902 FUNIL 230	0	-34 4	8 1	
FUNIL 115	-27.1	0 0	0 0	0 0	0 G	G 0	G 0	G 0	902 FUNIL 230	0	-34 4	8 1	
918	0	1.000	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	931 FUNIL 230	0	-12 6	3 3	
FUNIL 115	-27.1	0 0	0 0	0 0	0 G	G 0	G 0	G 0	912 FUNIL 3 13.8	0	0 C	0 0	1 000
919	0	1.000	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0					
FUNIL 115	-27.1	0 0	0 0	0 0	0 G	G 0	G 0	G 0	918 FNL FICT1	0	-9 5	-9 7	
920	0	1.000	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	919 FNL FICT2	0	-12 3	-6 3	
FUNIL 115	-27.1	0 0	0 0	0 0	0 G	G 0	G 0	G 0	920 UEL-01G1 6.9	0	-1 C	3 0	1 045
921	0	1.000	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	921 UEL-01G2 6.9	0	-1 C	3 0	1 045
FUNIL 115	-27.1	0 0	0 0	0 0	0 G	G 0	G 0	G 0	922 UEL-01G3 6.9	0	0 C	0 0	1 045
922	0	1.000	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	932 IPIAU 115	0	24 2	5 0	0 045
FUNIL 115	-27.1	0 0	0 0	0 0	0 G	G 0	G 0	G 0					

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83
 * CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

TOTAIS DA AREA 4

GERAÇÃO MW M/MAR	INJ MW M/MAR	BCV MW M/MAR	CARGA MW M/MAR	LINK DC MW M/MAR	SHUNT MW/ EQUIV	EXPORT MW M/MAR	IMPORT MW M/MAR	PERDAS MW M/MAR
3.0	0.0	1165.6	0.0	-26.4	0.0	3.3	1172.8	10.2
112.9	0.0	440.3	0.0	0.0	0.0	3.3	258.9	-97.7

un

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-0S/83

• CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5 *

AREA LESTE

DADOS - BARRA										FLUXOS - LINHAS			
DA BARRA	TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA	LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	FLUXOS	FLUXOS	TAP	DEFAS	TL
NLM.	TIPO	MCD/	MW/	MW/	MW/	MW/	MVAR?	NLM.	CIRC	MW	MVAR		X-X
NOME	ANG	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR		EQUIV	NOME					
1	2	1.029	950.5	0.0	0.0	0.0	0.0						
P.AFONSO	500	O.C	-774.8	0.0	0.0	0.0	0.0						
								3 PAF 230 BP-1	C	246. C	-47. a		
								4 PAF 230 BP-2	O	186. 5	-64. 3		
								50 ITAPARICASOO	C	-260. 3	-242. 0		
								100 ANGE LIM 500	C	324. 8	-243. 2		
								740 OLINDINA 500	O	453. S	-177. 3		
3	1	1.004	219.4	0.0	0.0	0.0	0.0						
PAF 230 BP-1		-1.9	-101.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1 P.AFONSO 500	O	-246. 0	56. 2		
								101 ANGE LIM 230	O	34. 2	-15. 3		
								101 ANGE LIM 230	O	98. 4	-17. 0		
								401 B.NOVE 230	O	62. 2	-42. 7		
								401 B.NOVE 230	O	62. 1	-42. 5		
								701 C.DANTAS 230	O	62. 8	-29. 2		
								711 ITABAIANA230	O	85. 7	-10. 7		
4	1	1.006	260.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
PAF 230 BP-2		-1.4	-89.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1 P.AFONSO 500	C	-186. 5	69. 7		
								101 ANGE LIM 230	C	102. 5	-16. 0		
								401 B.NOVE 230	O	67. 4	-41. 9		
								411 MILAGRES 230	O	116. 0	-63. 4		
								701 C.DANTAS 230	C	69. 3	-28. 4		
								711 ITABAIANA230	O	91. 1	-9. 8		
50	1	1.040	300.0	0.0	0.0	0.0	-324.5						
ITAPARICA500		0.6	-206.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1 P.AFONSO 500	O	260. 7	197. 4		
								100 ANGE LIM 500	O	334. 0	-230. 6		
								740 OLINDINA 500	C	435. 1	-175. 3		
								1300 SOBRAD. 500	O	-381. 6	-148. 0		
								1300 SOBRAD. 500	O	-348. 2	-174. 3		
100	0	1.051	0.0	0.0	0.0	0.0	-331.4						
ANGE LIM 500		-4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1 P.AFONSO 500	O	-322. 4	-34. 7		
								50 ITAPARICASOO	O	-330. 7	-93. 8		
								140 RECIFE II 500	O	328. 0	-105. 8		
								140 RECIFE II 500	O	325. 1	-97. 0		

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-05/83

* CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA S										AREA LESTE		F L U X O S - L I N H					
DA BARRA	TIPO	DADOS		BARRA			LINK DC	SHUNT	PARA BARRA	CIRC	FLUXOS		TAP	DEFAS	IL		
		TENSÃO	GERAÇÃO	INJ	EQV	CARGA					MVAR/	MVAR/				MVAR/	HW	HVAF
NM.	NOME	MD/	M/	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR/	NM.	NOME		X	X	X	X		
101	ANCELIH	230	0	0.981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
									3	PAF 230 BP-1	o	-90.7	-1.5				
									3	PAF 230 BP-1	c	-94.6	-0.9				
									4	PAF 230 BP-2	r	-98.4	-0.3				
									103	ANGELIM 69	o	10.3	2.8				
									103	ANGELIM 69	c	10.7	2.0				
									103	ANGELIM 69	c	10.7	2.8				
									111	R.LARGO 230	o	82.6	36.3				
									111	R.LARGO 230	o	95.6	36.3				
									111	R.LARGO 230	o	91.2	35.1				
									121	TACALIBO 230	c	51.6	-26.1				
									141	RCD 230 BP-1	c	-39.4	-18.3				
									141	RCD 230 BP-1	o	-41.2	-19.3				
									142	RCD 230 BP-2	o	-37.3	-14.3				
									222	C.GRANDE 230	g	35.4	-34.4				
103	ANGELIH	69	0	1.004	0.0	0.0	32.2	0.0	0.0								
										101	ANGELIM 230	g	-10.8	-1.9			
										101	ANGELIM 230	o	-10	-1.9			
										101	ANGELIM 230	g	-10.7	-1.9			
111	R.LARGO	230	0	0.931	0.0	0.0	172.0	0.0	0.0								
										101	ANGELIM 230	c	-93.6	-41.0			
										101	ANGELIM 230	c	-93.7	-41.0			
										101	ANGELIH 230	g	-89.3	-39.9			
										113	R.LARGO 69	g	51.6	6.0	0.914		
										113	R.LARGO 69	g	53.4	6.2	0.914		
113	R.LARGO	69	0	1.013	0.0	0.0	105.0	0.0	42.7								
										111	R.LARGO 230	c	-51.6	-2.6			
										111	R.LARGO 230	c	-53.4	-2.7			
121	TACALIBO	230	0	0.989	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0								
										101	ANGELIH 230	c	-51.3	18.3			
										222	C.GRANDE 230	c	27.4	-30.2			
131	PIRAPAHA	230	0	0.995	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0								
										133	PIRAPAHA 69	o	39.6	10.1	0.984		
										133	PIRAPAHA 69	o	37.5	9.0	0.984		
										141	RCD 230 BP-1	o	-55.2	-29.0			
										142	RCD 230 BP-2	g	-33.9	2.6			

1 n
α

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-0S/83
 - CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5 *										AREA LESTE		FLUXOS		LINHAS		
X DA BARRA NUM.	TIPO	DADOS DA BARRA -			LINK DC MW/MVAR	SHUNT MVAR? EQUIV	X	PARA BARRA		CIRC	FLUXOS		TAP	DEFAS	TL	
		TENSÃO MVA	GERAÇÃO MW	INJ MW				NUM.	NOME		MW	MVAR				
133	PIRAPAMA	0	1.000	0.0	0.0	77.1	0.0	0.0	0.0	0	-39 6	-8 1				
140	RECIFEII	0	1.043	0.0	0.0	0.0	0.0	-217.6	0.0	0	-37 3	-7 6				
141	RCD 230 BP-1	1	1.005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	-325 8	-115 3				
142	RCD 230 BP-2	1	1.005	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	-323 3	-122 0				
141	RCD 230 BP-1	1	1.005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	205 C	45 9				
142	RCD 230 BP-2	1	1.005	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	205 C	45 9				
141	RCD 230 BP-1	1	1.005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	239 4	-72 0				
142	RCD 230 BP-2	1	1.005	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	39 9	-6 3				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	30.4	0.0	0.0	0.0	0	41 8	-6 9				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	55 4	25 0				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	-205 0	-40 2				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	22.1	0.0	0.0	0.0	0	-205 C	-40 2				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	59 7	35 6				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	62 7	36 9				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	48 5	23 9				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	101 9	-3 7				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	37 9	-12 3				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	34 0	-7 2				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	-239 4	80 1				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	18 3	-30 3				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	28 9	-5 8				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	27 8	-5 4				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	92 4	-18 9				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	-59 6	-37 4				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	-62 6	-38 6				
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	-18 3	28 3	0 988			
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	38 0	9 6	0 988			
156	BONJI	0	1.000	0.0	0.0	110.1	0.0	0.0	0.0	0	34 1	8 6	0 988			
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	-38 0	-7 6				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	-38 0	-7 6				
152	BONJI	0	0.999	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0	-34 1	-6 8				

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE REDES - V02-0S/83
 " CASO BASE - CARGA MÍNIMA - JANEIRO/91 * 1360 MW * COMPATIBILIZADO
 CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5 *

AREA LESTE

X DA BARRA NM.	TIPO	DADOS - BARRA				LINK DC	SHUNT MVAR/ EQUIV	FLUXOS		LINHAS			
		TENSÃO MD/ ANG	GERAÇÃO MW/ MVAR	INJ MW/ MVAR	EQV MW/ MVAR			PARA BARRA NM.	NOME	CIRC	FLUXOS MW	MVAR	TAP	DEFAS TL X X-X
207	G	1.002	0 c	0 0	6 3	C 0	0 0						
GNN 13-T2		-16.4	0 0	0 C	0 0	G 0	0 G						
211	0	0.990	G 0	3 G	0 0	G c	0 C	206	FIC-T2	C	0 C	0.0	
MUSSURE	230	-14.9	0 0	G C	0 3	0 c	0 C						
213	0	1.000	G 0	3 C	63 0	0 0	c c	201	GOIANINHA230	G	-31 s	-5.3	
MUSSURE	69	-17.2	C 0	0 0	7 9	0 0	0 G	201	GOIANINHA230	0	-31 s	-5.3	
222	0	1.007	0 0	0 G	0 0	0 0	-10 1	213	MUSSURE	69	31 i	5.3 0 985	
C.GRANDE	230	-17.9	C 0	G C	G 0	0 G	0 C	213	MUSSURE	69	31 2	5.2 0 985	
226	0	1.014	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	211	MUSSURE	230	0	-31 8	-4.0
C.GRANDEI169		-19.2	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	211	MUSSURE	230	0	-31 2	-3.9
227	0	1.003	G 0	2 0	17 0	G 0	G 0	101	ANGELIM	230	0	-34 8	-6.2
C.GRANDE 169		-20.0	G C	3 0	5 3	0 G	0 c	121	TACAIM30	230	0	-27 1	10.4
235	0	1.048	G 0	0 G	6 0	G 0	0 G	201	GOIANINHA230	c	-65 9	20.2	
C.GRANDE138		-18.3	0 c	0 0	0 0	G 0	0 0	226	C.GRANDEI169	c	16 7	5.9 0 986	
236	0	1.041	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	226	C.GRANDEI169	0	15 4	-5.5 0 986	
CGD FIC 2		-18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	236	CGD FIC 2	0	2 0	-5.1 0 975	
								237	CGD FIC 1	0	2 0	-0.6 0 975	
								241	NATAL	230	0	48 8	-26.3
								241	NATAL	230	0	45 8	-26.3
								222	C.GRANDE	230	0	-16 7	-5.5
								222	C.GRANDE	230	c	-15 4	-5.1
								227	C.GRANDE	169	0	-17 1	5.4
								226	C.GRANDEI169	0	-17 C	-5.2	
								236	CGD FIC 2	0	-2 0	5.2	
								237	CGD FIC 1	0	2 0	11.1	
								252	S.CRUZ	138	0	2 0	-8.2
								252	S.CRUZ	138	0	2 0	-8.2
								222	C.GRANDE	230	0	-2 0	5.2
								235	C.GRANDE	138	0	2 0	-5.2 0 000

CASO BASE

RELATÓRIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 5

AREA LESTE

X DA BARRA NIM.	TIPO	TENSÃO MD/ANG	DADOS GERAÇÃO			BARRA - INJ BQV CARGA			LINK DC MW/MVAR	SHUNT MVAR/EQUIV	PARA BARRA NIM.	NOME	CIRC	FLUXOS		LINHAS				
			MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR						MW	MVAR	TAP	DEFAS	TL	TL	
401	B.NOME	0	1.037	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
230			-8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0											
											?	PAF 230 BP-1	0	-60	7	2G	2			
											3	PAF 230 BP-1	c	-60	7	2G	4			
											4	PAF 230 BP-2	0	-65	3	2G	4			
											403	B.NOME	69	0	8	8	-2	2	1.060	TL
											403	B.NOME	69	0	8	8	-2	2	1.060	TL
											411	MILAGRES	230	0	84	5	-28	2		
											411	MILAGRES	230	0	84	5	-28	2		
411	MILAGRES	0	1.043	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.4											
230			-11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0											
											4	PAF 230 BP-2	0	-112	8	14	4			
											401	B.NOME	230	0	-83	7	18	6		
											401	B.NOME	230	0	-83	7	18	6		
											412	CE-MLG	0	0	0	-1	8			TL
											413	MILAGRES	69	0	7	4	4	1.027	TL	
											413	MILAGRES	69	0	20	4	11	8	1.027	TL
											421	BANABITU	230	0	45	6	-22	7		TL
											421	BANABITU	230	0	45	6	-22	7		TL
											421	BANABITU	230	0	67	9	-30	9		TL
											421	BANABITU	230	0	67	9	-30	9		TL
											621	CREMAS	230	0	25	1	-13	4		TL
474	S.MAÍOS	0	1.016	G 0	0 0	0 0	0 0	G 0	G 0											
138			-26.8	0 0	0 0	0 0	0 0	G 0	G 0											
											262	C.NOVOS	138	0	8	0	-5	3		
											468	ACU 11	138	0	-9	3	5	3		TL
											476	S.MAÍOS	13	c	1	3	0	0	1.000	
475	S.MAÍOS	0	1.013	G c	0 0	C 7	c G	0 0	0 0											
69			-28.2	0 0	0 0	0 3	G 0	G c	G c											
476	S.MAÍOS	0	1.016	G 0	G 0	0 8	C 0	0 C	0 C											
13			-27.8	0 0	0 0	-0 3	C C	G G	G G											
570	S.J.PIAUI	0	1.047	0 0	0 0	0 C	0 C	-224	5											
1500			14.3	0 0	G 0	0 0	G 0	0 0	0 0											
701	C.DANTAS	0	1.016	0 0	0 0	0 0	0 C	0 C	0 0											
230			-6.8	0 0	C 0	0 0	0 c	0 0	0 0											
											3	PAF 230 BP-1	0	-61	8	11	6			
											4	PAF 230 BP-2	0	-68	3	11	9			
											730	DER.OLD-1	0	65	3	-11	7			TL
											731	DER.OLD-2	0	64	8	-11	7			TL