

**METODOLOGIA PARA DEPURAÇÃO OFF-LINE DE
PARÂMETROS SÉRIE E SHUNT DE LINHAS DE
TRANSMISSÃO ATRAVÉS DE DIVERSAS AMOSTRAS DE
MEDIDAS**

MADELEINE ROCIO MEDRANO CASTILLO ALBERTINI

Tese de Doutorado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutora em Ciências, programa de Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Sistemas Elétricos de Potência

ORIENTADOR: Prof. Dr. João Bosco A. London Junior

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Newton Geraldo Bretas

São Carlos
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

A334m

Albertini, Madeleine Rocio Medrano Castillo
Metodologia para depuração off-line de parâmetros série e shunt de linhas de transmissão através de diversas amostras de medidas / Madeleine Rocio Medrano Castillo Albertini ; orientador João Bosco A. London Junior, co-orientador Newton Geraldo Bretãs. -- São Carlos, 2010.

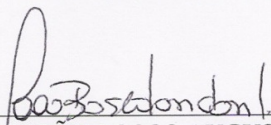
Tese (Doutorado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Área de Concentração em Sistemas Elétricos de Potência) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

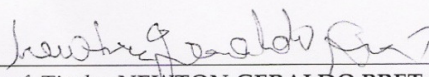
1. Sistemas elétricos de potência. 2. Estimção de estado. 3. Parâmetro de linhas de transmissão. 4. Análise da observabilidade. 5. Erros topológicos. 6. Erros grosseiros. I. Bretãs, Newton Geraldo. II. Título.

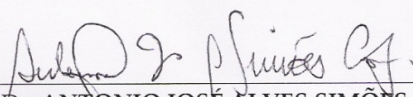
FOLHA DE JULGAMENTO

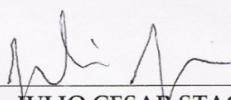
Candidato(a): Engenharia MADELEINE ROCIO MEDRANO CASTILLO ALBERTINI.

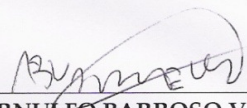
Tese defendida e julgada em 08.09.2010 perante a Comissão Julgadora:

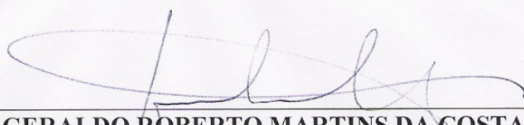

Prof. Dr. **JOÃO BOSCO AUGUSTO LONDON JÚNIOR** – (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) Aprovada


Prof. Titular **NEWTON GERALDO BRETAS** – (Co-orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) Aprovada


Prof. Dr. **ANTÔNIO JOSÉ ALVES SIMÕES COSTA**
(Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC) Aprovada


Prof. Dr. **JULIO CESAR STACCHINI DE SOUZA**
(Universidade Federal Fluminense/UFF) Aprovada


Prof. Dr. **ARNULFO BARROSO VASCONCELLOS**
(Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT) APROVADO


Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Dedicatória

Com muito carinho dedico este trabalho: aos meus queridos pais, Lucio e Maria Pilar, aos meus irmãos, Flor Rosário, Yenny Esperanza e Lucio Abimael, a meu esposo Marcelo.

Agradecimentos

A Deus, por tudo.

Ao meu orientador professor João Bosco Augusto London Junior, pela amizade, confiança e orientação, tanto científica quanto pessoal, pelo apoio e dedicação oferecidos na elaboração desta tese. Pelos bons conselhos dados durante todos estes anos.

Ao meu co-orientador professor Newton Geraldo Bretas pela amizade, orientação e valiosas sugestões para realização desta tese.

A Hydro-Québec, em especial à equipe do Dr. Serge Lefebvre do Institut de Recherche d'Hydro-Québec, pela amizade, pelas discussões científicas e profissionais, e pelo bom ambiente de trabalho.

Aos meus pais, Lucio Medrano Aguirre e Maria Pilar Castillo de Medrano, por acreditar em mim e estar sempre do meu lado. Muito obrigado por tudo pais.

Ao meu esposo Marcelo Keese Albertini, pelo seu amor, compreensão e apoio ao longo destes anos.

Aos amigos do LACOSEP (Laboratório de Análise Computacional em Sistemas Elétricos de Potência), pela amizade, pelas discussões profissionais, e pelo bom ambiente de trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de doutorado e pelo apoio financeiro para a realização dessa pesquisa.

Resumo

Albertini, M. R. M. C. Metodologia para Depuração off-line de parâmetros série e shunt de linhas de transmissão através de diversas amostras de medidas. 2010. Tese (Doutorado)- Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

Neste trabalho propõe-se uma metodologia off-line, prática e eficiente, para detectar, identificar e corrigir erros em parâmetros série e shunt de linhas de transmissão. As linhas de transmissão, ou ramos do modelo barra-ramo, suspeitas de estarem com EPs são identificadas através do Índice de Suspeita (IS). O IS de um ramo é a relação entre o número de medidas incidentes a esse ramo, cujos resíduos normalizados são maiores que um valor pré-estabelecido, e o número total de medidas incidentes a esse ramo. Usando várias amostras de medidas, os parâmetros dos ramos suspeitos são estimados, de forma sequencial, via um estimador de estado e parâmetros baseado nas equações normais, que aumenta o vetor de variáveis de estado para inclusão dos parâmetros suspeitos. Resultados numéricos de diversas simulações, com os sistemas de 14, 30 e 57 barras do IEEE, têm demonstrado a alta precisão e confiabilidade da metodologia proposta, mesmo na ocorrência de erros múltiplos (em mais de um parâmetro) em ramos adjacentes, como também em linhas de transmissão paralelas com compensação série. Comprovou-se a viabilidade prática da metodologia proposta através da aplicação da mesma, para depuração (detecção, identificação e correção) dos valores dos parâmetros de dois subsistemas da Hydro-Québec Trans-Énergie.

Palavras- Chave: Sistemas Elétricos de Potência, Estimação de Estado, Detecção e Identificação de Erros de Parâmetros, Estimação de Parâmetros.

Abstract

Albertini, M. R. M. C. Methodology for off-line validation of transmission line parameters via several measurement snapshots. Tese (Doctoral)- Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

A practical and efficient off-line approach to detect, identify and correct series and shunt branch parameter errors is proposed in this thesis. The branches suspected of having parameter errors are identified by means of the Suspicious Index (SI). The SI of a branch is the ratio between the number of measurements incident to that branch, whose normalized residuals are larger than one specified threshold value, and the total number of measurements incident to that branch. Using several measurement snapshots, the suspicious parameters are sequentially estimated, via an augmented state and parameter estimator which increases the $V-\theta$ state vector for the inclusion of suspicious parameters. Several simulation results (with IEEE 14, 30 and 57 bus systems) have demonstrated the high accuracy and reliability of the proposed approach to deal with single and multiple parameter errors in adjacent and non-adjacent branches, as well as in parallel transmission lines with series compensation. The proposed approach is confirmed by tests performed in two subsystems of the Hydro-Québec Trans-Énergie.

Index Terms—Electric Power Systems, State Estimation, Parameter Error Detection and Identification, Parameter Estimation.

Lista de Figuras

Figura 1.1	Configuração do Sistema SCADA/EMS.....	2
Figura 2.1	Visão geral de um SPMS.....	27
Figura 2.2	Estrutura básica de uma PMU.....	28
Figura 4.1	Modelo II – Equivalente generalizado.....	60
Figura 4.2	Sistema teste de 3 barras.....	78
Figura 4.3	Fluxograma do algoritmo proposto.....	83
Figura 5.1	Sistema de 14 barras do IEEE associado a um conjunto redudante de medidas.....	86
Figura 5.2	Sistema de 57 barras do IEEE associado a um conjunto redudante de medidas.....	100
Figura 5.3	Sistema de 30 barras do IEEE associado a um conjunto redundante de medidas.....	108
Figura 6.1	Subsistema 1 de Hydro-Québec.....	114
Figura 6.2	Subsistema 2 de Hydro-Québec.....	115
Figura 6.3	Representação de uma linha do subsistema 2.....	116
Figura 6.4	Relação dos índices de desempenho obtidos a partir de amostras de medidas do dia 24 de setembro $J^1(X)/J^2(X)$ -Subsistema 1.....	119
Figura 6.5	Relação dos índices de desempenho obtidos a partir de amostras de medidas do dia 26 de setembro $J^1(X)/J^2(X)$ -Subsistema 2.....	121

Lista de Tabelas

Tabela 3.1	Discrepâncias entre fontes de dados de parâmetros.....	34
Tabela 5.1	Parâmetros de linhas do sistema de 14 barras do IEEE.....	87
Tabela 5.2	Lista de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ do Teste 1.....	87
Tabela 5.3	Parâmetros estimados do Teste 1.....	88
Tabela 5.4	Comparação de estimativas – Teste 1.....	89
Tabela 5.5	Lista 1 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ Teste-2.....	90
Tabela 5.6	Lista 2 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ Teste-2.....	90
Tabela 5.7	Parâmetros estimados do Teste 2.....	92
Tabela 5.8	Comparação de estimativas – Teste 2.....	92
Tabela 5.9	Lista 1 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ -Teste-3.....	93
Tabela 5.10	Lista 2 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ - Teste-3.....	94
Tabela 5.11	Lista 3 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ - Teste-3.....	95
Tabela 5.12	Parâmetros estimados do teste 3	96
Tabela 5.13	Comparação de estimativas – Teste 3	96
Tabela 5.14	Lista 1 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ - Teste-4	98
Tabela 5.15	Parâmetros Estimados do Teste 4	98
Tabela 5.16	Comparação de estimativas – Teste 4	98
Tabela 5.17	Lista 1 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ - Teste-5	100
Tabela 5.18	Lista 2 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ - Teste-5	101
Tabela 5.19	Parâmetros estimados do Teste 5	101
Tabela 5.20	Comparação de estimativas – Teste 5.....	101
Tabela 5.21	Lista 1 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ - Teste-6	103
Tabela 5.22	Parâmetros estimados do Teste 6	103
Tabela 5.23	Comparação de estimativas – Teste 6.....	103
Tabela 5.24	Lista 1 de Ramos suspeitos com $IS \neq 0$ - Teste-7	105
Tabela 5.25	Parâmetros estimados do Teste 7	105
Tabela 5.26	Comparação de estimativas – Teste 7	106

Tabela 5.27	Parâmetros de linhas do sistema de 30 barras do IEEE	108
Tabela 5.28	Resultados referentes à situação 1 (metodologia proposta).....	110
Tabela 5.29	Resultados referentes à situação 2 (metodologia proposta).....	110
Tabela 5.30	Resultados referentes à situação 1 (estimador proposto em LIU;WU (1992).....	110
Tabela 5.31	Resultados referentes à situação 2 (estimador proposto em LIU; WU (1992).....	111
Tabela 5.32	Parâmetros estimados do Teste 9.....	111
Tabela 6.1	Primeira lista de ramos suspeitos – Subsistema 1.....	117
Tabela 6.2	Resultados Parciais –Subsistema 1.....	118
Tabela 6.3	Segunda lista de ramos suspeitos – Subsistema.....	118
Tabela 6.4	Resultados Finais –Subsistema 1.....	118
Tabela 6.5	Resultados –Subsistema 2.....	120
Tabela B.1	FE de medidas de potência do sistema de 14 barras do IEE.....	148
Tabela B.2	Parâmetros dos medidores.....	151
Tabela B.3	Fundo de escala para medidores de potencia do sistema de 14 barras..	152
Tabela B.4	Fundo de escala para medidores de potencia do sistema de 30 barras..	153
Tabela B.5	Fundo de escala para medidores de potencia do sistema de 57 barras..	154

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

