

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA POLITÉCNICA

RICARDO ELIAS CAETANO

**Análise e Síntese de Sistemas Multiplexados:  
Uma Abordagem de Confiabilidade e Manutenibilidade Operacional**

São Paulo  
2007

RICARDO ELIAS CAETANO

**Análise e Síntese de Sistemas Multiplexados:  
Uma Abordagem de Confiabilidade e Manutenibilidade Operacional**

Tese apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção do  
Título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração: Sistemas de Potência  
Orientador: Prof. Dr. Cícero Couto de Moraes

São Paulo  
2007

**Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.**

**São Paulo, 24 de abril de 2007.**

**Assinatura do autor** \_\_\_\_\_

**Assinatura do orientador** \_\_\_\_\_

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Caetano, Ricardo Elias**

**Análise e síntese de sistemas multiplexados: uma abordagem de confiabilidade e manutenibilidade operacional / R.E. Caetano. -- ed.rev. -- São Paulo, 2007.**

**193 p.**

**Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.**

**1.Teoria da confiabilidade 2.Fibra óptica 3.Manutenção preventiva 4.Redde de telecomunicações I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas II.t.**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Ricardo Elias Caetano

Análise e Síntese de Sistemas Multiplexados: Uma Abordagem de Confiabilidade e Manutenibilidade Operacional

Tese apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção do  
Título de Doutor.

Área de Concentração: Sistemas de Potência

Aprovado em:.....

### Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

*Aos meus pais, Alécio Caetano e Terezinha Marlene Caetano, pelo apoio, carinho e amor, presentes em todos os momentos de minha vida.*

*À minha querida esposa, Helóisa Vasconcellos Amaral Caetano, pelo incentivo, dedicação, compreensão e amor, dispensados na elaboração deste trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Cícero Couto de Moraes, pela impecável orientação e principalmente pela oportunidade de conviver e aprender com um ótimo profissional, pesquisador e uma excelente pessoa.

A todos os demais docentes do Departamento de Energia e Automação Elétricas (Poli-USP), que colaboraram para a minha formação científica.

Aos colegas profissionais da Empresa de Telecomunicações de São Paulo S/A (Telefônica), que colaboraram direta ou diretamente, com orientações, explicações e sugestões.

À secretária Luzia do Carmo Namiki, pelo acompanhamento e contribuição.

Aos demais funcionários do Departamento de Energia e Automação Elétricas (Poli-USP), pela amizade e colaboração.

Aos amigos desse Departamento, pelo espírito de colaboração e amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para elaboração deste trabalho.

“Os homens me atribuem uma genialidade, mas toda a genialidade que tenho reside no seguinte: quando há um assunto em minha mente, estudo-o em profundidade. Penso nele dia e noite. Exploro-o em todos os seus aspectos. Minha mente fica impregnada dele. O resultado é o que muitas pessoas chamam de frutos da genialidade, enquanto, na verdade, são os frutos do estudo e do trabalho”.

Alexander Hamilton

## RESUMO

CAETANO, R. E. **Análise e Síntese de Sistemas Multiplexados: Uma Abordagem de Confiabilidade e Manutenibilidade Operacional**. 2007. 193 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

O trabalho apresentado sob o título “Análise e Síntese de Sistemas Multiplexados: Uma Abordagem de Confiabilidade e Manutenibilidade Operacional” tem como objetivo propor um modelo prático para a manutenção, baseado na confiabilidade e manutenibilidade de componentes.

Os dados desse trabalho foram obtidos através de relatórios gerenciais da Empresa de Telecomunicações de São Paulo S/A, no período de janeiro/05 a junho/06, para as topologias de rede em anel e ponto a ponto da cidade de São Paulo, municípios da Grande São Paulo, Vale do Paraíba e Litoral do Estado de São Paulo. Com esses dados, foi utilizado o algoritmo de Weibull, cujo modelo probabilístico permite modelar vários tipos de resultados experimentais e operacionais.

Dessa forma, foram determinados a confiabilidade operacional, o Tempo Médio de Bom Funcionamento (MTTF), a manutenibilidade, o Tempo Médio de Reparo (MTTR) e a disponibilidade para os componentes da rede externa óptica e dos equipamentos de rede da topologia de rede em anel e ponto a ponto.

Observou-se que o equipamento de rede de Multiplexação Densa por Divisão do Comprimento de Onda (DWDM) apresenta uma confiabilidade operacional maior que a dos Equipamentos de Rede Tradicionais (ERT), independente da topologia de rede utilizada.



Comparando-se o custo de implantação de uma rede óptica com DWDM e ERT, a uma taxa de transmissão de 2,5 Gbps, pode ser verificado que o custo é aproximadamente sete vezes menor quando se utiliza a rede óptica com DWDM.

Por fim, foi feita uma comparação entre o custo total e médio da manutenção corretiva e preventiva para as topologias analisadas.

Assim, pode ser concluído que a tecnologia DWDM é a opção mais vantajosa em termos de confiabilidade e manutenibilidade em relação ao ERT.

Palavras-chave: Teoria da Confiabilidade. Fibra Óptica. Manutenção Preventiva. Rede de Telecomunicações.

## ABSTRACT

CAETANO, R. E. **Analysis and Synthesis of Multiplexed Systems: An Approach of Reliability and Operational Maintainability**. 2007. 193 f. Thesis (Doctoral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

The work presented under the heading "Analysis and Synthesis of Multiplexed Systems: An Approach of Reliability and Operational Maintainability" has as objective to consider a practical model for the maintenance, based on the reliability and maintainability of components.

The data of this work had been gotten through management reports of the Company of Telecommunications of São Paulo S/A, in the period of january/05 to june/06, for the in ring and point to point network topologies of the city of São Paulo, cities of the Great São Paulo, Valley of Paraíba and the coast of the State of São Paulo. With these data, it was used the algorithm of Weibull, whose probabilistic model allows to model many types of experimentals and operationals results.

Of this form, were determined the operational reliability, the Mean Time To Failure (MTTF), the maintainability, the Mean Time To Repair (MTTR) and the availability for the components of the fiber optic external network and the network equipments of the in ring and point-to-point network topology.

It was observed that the network equipment of Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) presents a greater operational reliability that the Traditionals Network Equipments (ERT), independent of the network topology used.

## 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:

