

JOSÉ MAURÍCIO DE BARROS BEZERRA

TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Tecnologia em evolução



Blucher

Conteúdo

Agradecimentos.	13
Prefácio.	15
Apresentação	17
1. Concepção e operação de linhas de transmissão	19
1.1 Pontos para reflexão	23
Referências	24
2. Monitoração, manutenção e recapitação de linhas de transmissão	25
2.1 Monitoração.	25
2.2 Manutenção	27
2.3 Recapitação.	32
2.4 Considerações finais sobre panorama geral de uma linha de transmissão	33
2.5 Pontos para reflexão.	33
Referências	33
3. Cabos condutores para linhas de transmissão e distribuição.	35
3.1 Aspectos normativos	36

3.2	O surgimento de novos condutores	38
3.3	Considerações finais sobre cabos condutores	46
3.4	Pontos para reflexão.	46
	Referências	47
4.	Isoladores para linhas de transmissão	49
4.1	Breve histórico sobre o desenvolvimento dos isoladores	50
4.2	Características básicas dos isoladores.	55
4.3	Aspectos normativos para dimensionamento de cadeias de isoladores . .	56
4.4	Considerações finais sobre isoladores.	57
4.5	Pontos para reflexão	58
	Referências	59
5.	Ferragens e acessórios para linhas de transmissão.	61
5.1	O grampo de suspensão	61
5.2	Amortecedores de vibração	63
5.3	Espaçador amortecedor.	65
5.4	Ferragens para as cadeias de isoladores.	67
5.5	Anéis equalizadores	68
5.6	Esferas sinalizadoras	69
5.7	Considerações finais sobre ferragens e acessórios para linhas de transmissão.	70
5.8	Pontos para reflexão	71
	Referências	71
6.	Estruturas para linhas de transmissão e distribuição	73
6.1	Dimensionamento básico das estruturas	73
6.2	Estruturas especiais.	78
6.3	Materiais para composição das estruturas.	80
6.4	Considerações sobre o balanço da cadeia de isoladores	82
6.5	Projetos de estruturas	83
6.6	Estruturas: conceito e temáticas.	83
6.7	Considerações finais sobre estruturas para linhas de transmissão	84
6.8	Ponto para reflexão	85
	Referências	85
7.	Impactos ambientais de linhas de transmissão	87
7.1	Impactos físico-bióticos	89

7.2	Impactos socioeconômicos.	89
7.3	Custos ambientais de sistemas de transmissão de energia elétrica.	90
7.4	Estado da arte relacionado aos efeitos biológicos causados por instalações de alta-tensão	91
7.5	Efeitos eletrostáticos de uma linha de transmissão – o efeito corona	93
7.6	O campo elétrico em uma linha de transmissão	96
7.7	Métodos para cálculo das interferências eletromagnéticas	101
7.8	Formas de minimização dos impactos eletromagnéticos	102
7.9	Aspectos econômicos do efeito corona	105
7.10	Considerações finais sobre impactos ambientais em linhas de transmissão.	109
7.11	Pontos para reflexão	110
	Referências	110
8.	Proteção de linhas de transmissão contra descargas atmosféricas	113
8.1	A formação das descargas atmosféricas.	113
8.2	Propriedades das descargas atmosféricas	117
8.3	Efeitos das descargas no sistema de potência	121
8.4	O uso de cabos para-raios	123
8.5	Incidência de descargas nas subestações	124
8.6	Incidência de descargas nas linhas de transmissão.	125
8.7	Queda de descargas atmosféricas na proximidade de linhas de transmissão	142
8.8	Considerações finais sobre proteção de linhas contra descargas atmosféricas	142
8.9	Pontos para reflexão	143
	Referências	145
9.	O processo de energização de uma linha de transmissão	147
9.1	Análise simplificada	147
9.2	O conceito de ondas viajantes.	155
9.3	Coeficientes de reflexão.	156
9.4	Diagramas de treliças	157
9.5	Exemplo com o uso do aplicativo ATP	159
9.6	Modelagem mais precisa e reflexos no processo de energização	165
9.7	O conceito de comprimento de onda de uma linha	172
9.8	Operação da linha na potência natural/característica	173
9.9	Contextualização tecnológica.	177

9.10	Considerações finais sobre o processo de energização de uma linha de transmissão	178
9.11	Pontos para reflexão	178
	Referências	180
10.	Desenvolvimento e aplicação de modelos aproximados para linhas de transmissão	181
10.1	O conceito de linha curta	183
10.2	O conceito de linha média	184
10.3	O conceito de linha longa	186
10.4	A linha como um quadripolo	187
10.5	Relações de potência nos terminais da linha	188
10.6	Compensação de linhas de transmissão	191
10.7	Considerações finais sobre a aplicação de modelos aproximados para linhas de transmissão	198
10.8	Pontos para reflexão	198
	Referências	199
11.	Cálculo e medição de parâmetros elétricos de linhas de transmissão.	201
11.1	Metodologia de cálculo dos parâmetros elétricos	202
11.2	Rotinas computacionais para cálculo dos parâmetros elétricos.	239
11.3	Medição de parâmetros elétricos de linhas de transmissão – medição direta	244
11.4	Medição de parâmetros elétricos de linhas de transmissão – sincrofasores	245
11.5	Considerações finais sobre cálculo e medições de parâmetros elétricos	247
11.6	Pontos para reflexão	248
	Referências	248
12.	Confiabilidade da transmissão e distribuição.	249
12.1	Estrutura de manutenção.	250
12.2	Foco especial nas inspeções	250
12.3	Conceitos básicos de manutenção.	254
12.4	Indicadores técnicos gerenciais	255
12.5	Considerações finais sobre confiabilidade da transmissão.	261
12.6	Pontos para reflexão	261
	Referências	262

13. Modelagem eletromecânica de linhas de transmissão.	263
13.1 A curva de carregamento de uma linha de transmissão.	264
13.2 Metodologia para aferição dos limites operacionais.	264
13.3 Aspectos mecânicos a serem considerados	266
13.4 Considerações especiais em regime de curta duração	268
13.5 O cálculo por meio de rotina computacional	269
13.6 Considerações finais sobre o comportamento eletromecânico da linha de transmissão.	270
13.7 Ponto para reflexão.	270
Referências	270
 14. Tecnologias para recapacitação de linhas de transmissão e considerações finais	 273
 Anexo	 279