

Índice

Acrónimos	v
Nomenclatura	xi
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes y motivación	1
1.2. Objetivos y esquema de la tesis	2
2. Evolución histórica hacia las nuevas redes de distribución	7
2.1. Introducción	7
2.2. La carrera por la construcción de la primera red eléctrica	8
2.3. La imposición de un modelo	9
2.4. Conceptos y tendencias para el futuro	13
2.4.1. IntelliGrid	13
2.4.2. Smartgrid	17
2.4.3. El caso español: FUTURED	18
2.5. Microrredes	21
2.5.1. Proyectos europeos	23
2.5.2. Proyectos norteamericanos	26
2.5.3. Proyectos japoneses	30
2.5.4. Otros proyectos	37
3. Capacidad de la red de distribución	39
3.1. Introducción	39
3.1.1. Condiciones de estudio	40
3.2. Influencia de una carga resistiva con impedancia constante	42
3.2.1. Variación de la sección.	42
3.2.2. Variación de la longitud.	47
3.3. Influencia de una carga de tensión constante	52

3.3.1. Variación de la sección de la línea y el módulo de la tensión en la carga	52
3.3.2. Variación de la longitud de la línea y el módulo de la tensión en la carga	55
3.3.3. Variación de la sección de la línea y el ángulo de la tensión en la carga	62
3.3.4. Variación de la longitud del la línea y el ángulo de la tensión en la carga	69
3.4. Influencia de una carga de potencia controlable	73
3.4.1. Variación de la sección de la línea con factor de potencia la unidad en la carga	73
3.4.2. Variación de la longitud de la línea con factor de potencia la unidad en la carga	76
3.4.3. Variación del factor de potencia de la carga	82
3.5. Conclusiones	89
4. Protección de las redes y su influencia en los huecos de tensión	93
4.1. Introducción	93
4.2. Red de análisis	94
4.3. Coordinación de protecciones	97
4.4. Cálculos de huecos de tensión	107
4.4.1. Influencia del régimen de neutro en las tensiones	114
4.4.2. Influencia de la distancia de la falta	115
4.4.3. Influencia de la resistencia de falta en las tensiones	119
4.4.4. Efecto de los huecos de tensión en los equipos sensibles	120
4.4.5. Coordinación hueco de tensión y protección contra sobrecorriente	125
4.5. Impacto de la GD en la distribución	130
4.5.1. Impacto de la GD en el sistema de protección	131
4.5.2. Impacto de la GD en los huecos tensión	144
4.6. Conclusiones	150
5. Sistemas electrónicos en redes de distribución	153
5.1. Introducción	153
5.2. FACTS	155
5.3. CPD	156
5.4. Clasificación FACTS	160

5.5. Parámetros de control	163
5.5.1. Compensación serie	168
5.5.2. Compensación paralelo	171
5.6. Algoritmos de control	172
5.7. Algoritmos de control primario	175
5.7.1. Filtro LCL	179
5.7.2. Estimación de la caída de tensión	181
5.7.3. Regulador de corriente	184
5.7.4. Regulador de tensión	185
5.7.5. Seguidor de fase	190
5.8. El convertidor	195
5.8.1. Topologías y modelización	196
5.8.2. Modulación	206
5.8.3. Modulación basada en portadora	208
5.8.4. Modulación Vectorial	218
5.9. Conclusiones	225
6. Evaluación integral de sistemas de distribución	229
6.1. Introducción	229
6.2. Integración de la GD	230
6.2.1. Lazos de control secundario	230
6.3. Simulación estocástica	245
6.3.1. Condiciones de la monitorización	245
6.3.2. Método Monte Carlo	249
6.4. Casos de estudio	254
6.5. Evaluación del comportamiento transitorio	260
6.6. Evaluación de la CEE	269
6.7. Conclusiones	282
7. Conclusiones y trabajos futuros	285
7.1. Conclusiones	285
7.2. Trabajos futuros	290
A. Modelo de línea	293
B. Cambio en el sistema de explotación	299

B.1. Introducción	299
B.2. Comparativa	299
B.3. Discusión	306
C. Cálculo de corrientes de cortocircuito. Regímenes de neutro	309
C.1. Comparativa de los regímenes de neutro	319
C.2. Influencia de la resistencia de la falta	322
D. Cálculo de potencias y sistemas de referencia	325
D.1. Potencia instantánea	325
D.2. Transformada de Stokvis-Fortescue	326
D.3. Transformación Clarke y Park	329
E. Modelos de protecciones desarrollados	335
E.1. Fusibles	335
E.2. Reconectador	336
F. Gráficos de los sistemas en ATPDraw	339
F.1. Red de distribución	339
F.2. Modelo del convertidor	341
Bibliografía	357