

ÍNDICE

1 EFICIENCIA ENERGÉTICA Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

1.1	Introducción.....	13
1.2	Acciones básicas para alcanzar la eficiencia energética.....	16
1.3	La medida como parte esencial del control energético.....	19
1.4	La calidad de suministro.....	22
1.5	Protección y seguridad del suministro eléctrico.....	24
1.6	Resumen.....	25
1.7	Referencias.....	26

2 CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS CIRCUITOS DE C.A.

2.1	Introducción.....	27
2.2	La red de alimentación ideal.....	27
2.3	Definiciones de magnitudes eléctricas.....	28
2.4	Representación vectorial de las magnitudes eléctricas.....	31
2.5	Cargas lineales y no lineales en las redes de C.A.....	33
2.6	Corrientes activa y reactiva en régimen sinusoidal.....	36
2.7	Potencias en los circuitos de C.A. sinusoidal.....	38
2.8	Potencias en los sistemas trifásicos equilibrados.....	41
2.9	Sistemas trifásicos desequilibrados.....	44
2.10	Potencias en sistemas trifásicos desequilibrados.....	47
2.11	Potencias importadas y exportadas: cuadrantes.....	48
2.12	Sistema de distribución: esquema unifilar equivalente.....	49
2.13	Resonancias serie y paralelo.....	55
2.14	Herramientas de simulación de redes.....	58
2.15	Resumen.....	61
2.16	Referencias.....	62

3 COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA EN REDES NO DISTORSIONADAS

3.1	Introducción.....	63
3.2	Corrientes aparente, activa y reactiva.....	63
3.3	Compensación de la potencia reactiva.....	64
3.4	Cálculo de necesidades.....	65
3.5	Ventajas de la compensación.....	70
3.6	Conceptos y definiciones relativas a la compensación del FP.....	71
3.7	Elección del factor de potencia final.....	74
3.8	Equipos de compensación de reactiva.....	75
3.9	Reguladores de potencia reactiva.....	79
3.10	Compensadores estáticos.....	82
3.11	Compensación fase-fase del FP.....	84
3.12	Compensación individual de cargas.....	87
3.13	Beneficios de la compensación en MT.....	91
3.14	¿Dónde y cuándo compensar en MT?.....	92

3.15	Definiciones de términos empleados en MT.....	92
3.16	Regulación del FP en redes de media tensión.....	94
3.17	Condensadores para MT	100
3.18	Reactancias de choque para baterías de MT.....	102
3.19	Baterías de condensadores MT	103
3.20	Protección de las baterías de condensadores en MT.....	108
3.21	Resumen.....	110

4 PERTURBACIONES EN LA RED

4.1	Introducción.....	111
4.2	Clasificación de las perturbaciones de red.....	112
4.3	Variaciones de frecuencia	118
4.4	Perturbaciones de la amplitud.....	119
4.6	Interarmónicos	124
4.7	Potencias en sistemas con armónicos	126
4.8	Efectos de los armónicos	133
4.9	Flicker	137
4.10	Normas relativas a perturbaciones en la red.....	139
4.11	Resumen.....	143
4.12	Referencias.....	144

5 MEDIDA Y REGISTRO DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS

5.1	Introducción.....	145
5.2	Instrumentos de medida de parámetros eléctricos	146
5.3	Transductores de medida.....	153
5.4	Transformadores de corriente convencionales.....	155
5.5	Transformadores de corriente de efecto Hall	160
5.6	Transformador tipo Rogowski.....	161
5.7	Instrumentación de proceso.....	162
5.8	Categorías de aislamiento y clasificación de seguridad	167
5.9	Errores en las medidas de potencia y factor de potencia.....	169
5.10	Analizadores de redes.....	172
5.11	Resumen	182
5.12	Referencias.....	183

6 MEDIDA DE ENERGÍA Y CALIDAD DE SUMINISTRO

6.1	Introducción.....	185
6.2	Mercado eléctrico.....	185
6.3	Marco legal	189
6.4	Tipos de contador.....	193
6.5	Parámetros que mide un contador de energía	195
6.6	Contadores multifuncion.....	200
6.7	Comunicaciones y protocolos.....	203
6.8	Gestion de la demanda	205

6.9	Funciones adicionales.....	208
6.10	Calidad de suministro.....	210
6.11	Resumen	213
6.12	Referencias.....	214

7 HERRAMIENTAS DE MEDIDA Y ANÁLISIS DE LA RED ELÉCTRICA

7.1	Introducción.....	215
7.2	Conceptos básicos sobre instrumentos en red.....	217
7.3	Niveles OSI de un sistema de comunicación	219
7.4	Enlaces físicos	222
7.5	Enlace Ethernet con protocolo IP.....	228
7.6	Redes de área local (LAN) BASADAS EN ethernet	231
7.7	Aplicaciones: Gestión energética, control de calidad y gestión de la demanda.....	234
7.8	Prestaciones de una red controlada con Powerstudio	235
7.9	Sistemas de telegestión	239
7.10	Redes de comunicaciones PLC: Arquitectura.....	241
7.11	Características generales de una red de comunicación PLC	242
7.12	Especificaciones funcionales del sistema de telegestión	247
7.13	Capacidad de gestión de cargas	248
7.14	Resumen	249

8 SEGURIDAD EN LA RED : PROTECCIÓN DIFERENCIAL

8.1	Introducción.....	251
8.2	Definiciones.....	252
8.3	Efectos de la corriente eléctrica en las personas	254
8.4	Tensiones de seguridad	255
8.5	Envolventes y grados de protección de equipos de BT.....	256
8.6	Regímenes de conexión de neutro y tierra.....	258
8.7	Protección diferencial.....	261
8.8	Selectividad de la protección diferencial	267
8.9	Disparos intempestivos en los relés diferenciales.....	269
8.10	Relés diferenciales de alta inmunidad a las perturbaciones.....	271
8.11	Seguridad en centrales, parques de alta tensión y estaciones transformadoras	273
8.12	Medida de las tensiones de paso y contacto.....	275
8.13	Medida de la resistencia de una toma de tierra	277
8.14	Resumen.....	278

9 TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN Y FILTRADO DE PERTURBACIONES

9.1	Introducción.....	279
9.2	Modelo de la red: armónicos de tensión	279
9.3	Resonancias en las instalaciones industriales	281
9.4	Filtros.....	288
9.5	Filtros de rechazo o desintonizados.....	288
9.6	Filtros de absorción parcial FAR-Q	290
9.7	Filtros de absorción.....	291

9.8	Armónicos múltiplos de 3	297
9.9	Transformadores D-y separadores	298
9.10	Filtros de bloqueo en neutro	301
9.11	Filtros activos	302
9.12	Compensadores estáticos con filtro	304
9.13	Compensación de reactiva en sistemas desequilibrados	308
9.14	Incidencia del desequilibrio en los costes de una instalación de suministro	311
9.15	Resumen.....	313

10 FILTROS PARA CONVERTIDORES ESTÁTICOS

10.1	Introduccion.....	315
10.2	Filtros para reducción de armónicos en el lado red de rectificadores	318
10.3	Filtros EMI para red de variadores de velocidad y SAI	321
10.4	Filtros LCL para rectificadores activos	324
10.5	Filtros para convertidores C.A.- C.A.....	326
10.6	Resumen.....	332
10.7	Referencias	333