

ÍNDICE

AUTORES	21
AGRADECIMIENTOS	23
PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS	25
CAPÍTULO 1. CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA	27
1.1 CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA	28
1.2 CIRCUITO R-L-C EN SERIE. CIRCUITOS EN SERIE	32
1.3 CIRCUITOS EN PARALELO	35
1.3.1 Método de intensidades parciales	35
1.3.2 Método de las potencias (Método de Boucherot)	36
1.3.3 Método de la impedancia equivalente	37
1.4 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	37
1.5 CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA	42
1.5.1 Sistema trifásico equilibrado en estrella	43
1.5.2 Sistema trifásico equilibrado en triángulo	45
1.5.3 Sistema trifásico desequilibrado en estrella con neutro	47
1.5.4 Sistema trifásico desequilibrado en triángulo	48
1.5.5 Sistema trifásico desequilibrado en estrella sin neutro	49
1.6 MEDIDA DE POTENCIAS EN C.A. TRIFÁSICA	51
1.6.1 Sistemas equilibrados con neutro	51
1.6.2 Sistemas equilibrados sin neutro	52
1.6.3 Sistemas desequilibrados sin neutro	54
1.6.4 Método de los dos vatímetros	57
1.7 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	60
1.7.1 Corrección con condensadores en triángulo	61
1.7.2 Corrección con condensadores en estrella	62
PROBLEMA 1.1	63
PROBLEMA 1.2	67
PROBLEMA 1.3	70
PROBLEMA 1.4	73
PROBLEMA 1.5	74
PROBLEMA 1.6	76
PROBLEMA 1.7	79

PROBLEMA 1.8	81
PROBLEMA 1.9	83
PROBLEMA 1.10	86

CAPÍTULO 2. DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN. EL CONDUCTOR

ELÉCTRICO. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	89
2.1 DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	90
2.1.1 Tipología de las redes de distribución	93
2.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN EN B.T.	95
2.2.1 Tipos de líneas de distribución en B.T.	97
2.1.1.1 Aéreas	97
2.1.1.2 Subterráneas	97
2.2.2 Sistemas de distribución en B.T.	98
2.2.2.1 Esquema TT	99
2.2.2.2 Esquema TN	100
2.2.2.3 Esquema IT	102
2.3 INFLUENCIA DE LA NATURALEZA DE LA CORRIENTE EN LA SECCIÓN Y PESO DE LOS CONDUCTORES	104
2.3.1 Estudio comparativo C.C.-C.A. monofásica	105
2.3.2 Estudio comparativo C.A. monofásica - C.A. trifásica	107
2.3.3 Estudio comparativo C.C. - C.A. trifásica	109
2.4 INFLUENCIA DE LA TENSIÓN EN LA ELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE LA LÍNEA	110
2.5 EL CONDUCTOR ELÉCTRICO	111
2.5.1 Conductores aislados	114
2.5.2 Designación de conductores para B.T.	115
2.5.2.1 Cables eléctricos de tensión asignada hasta 450/750 V (UNE 20434)	116
2.5.2.2 Cables eléctricos de tensión asignada 0,6/1 kV (UNE 21123, UNE 21030)	117
2.5.3 Resistencia del aislamiento de un conductor	118
2.5.4 Comparación entre conductores de cobre y de aluminio	119
2.5.4.1 Comparación entre las secciones a igualdad de resistencia eléctrica y longitud	120
2.5.4.2 Comparación entre los pesos a igualdad de resistencia eléctrica y longitud	120
2.5.4.3 Comparación entre las resistencias mecánicas a tracción a igualdad de resistencia eléctrica y longitud	121
2.5.4.4 Comparación entre los costes de conductor a igualdad de resistencia y longitud	121
2.5.5 Relación entre las intensidades máximas en conductores de cobre y de aluminio	122
2.6 EL CUADRO ELÉCTRICO	123
2.6.1 Código IP	124
2.6.2 Código IK	126

2.7	EL CORTOCIRCUITO	127
2.7.1	Tipos de cortocircuitos	127
2.7.2	Valor y forma de la corriente de cortocircuito	128
2.7.2.1	Cortocircuito alejado de los generadores	129
2.7.2.2	Cortocircuito próximo a los generadores	133
2.7.3	Cálculo de la corriente de cortocircuito.....	134
2.7.3.1	Corriente de cortocircuito máxima.....	135
2.7.3.2	Corriente de cortocircuito mínima	136
2.7.4	Intensidad de cortocircuito máxima y mínima en un conductor	136
2.7.5	Intensidad de cortocircuito en una línea A.T. -Transformador-B.T.	137
2.7.6	Intensidad de cortocircuito con transformadores en paralelo.....	138
2.8	CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL RBT	140
2.9	LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN EL RBT	140
2.10	LOS NIVELES DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES EN EL RBT	141
	PROBLEMA 2.1	143
	PROBLEMA 2.2	145
	PROBLEMA 2.3	146
	PROBLEMA 2.4	147
	PROBLEMA 2.5	149
	PROBLEMA 2.6	152
CAPÍTULO 3. CÁLCULO ELÉCTRICO DE LOS CONDUCTORES DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN.....		155
3.1	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE UN CONDUCTOR	156
3.1.1	Cálculo de la sección por calentamiento	157
3.1.2	Cálculo de la sección por caída de tensión	160
3.1.3	Cálculo de la sección por cortocircuito	163
3.1.4	Cálculo de la sección por resistencia mecánica	165
3.1.5	Cálculo de la sección por consideraciones económicas	165
3.2	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR EN UNA LÍNEA DE CORRIENTE ALTERNA, Y DE CORRIENTE CONTINUA, CON CARGA ÚNICA	167
3.2.1	Líneas monofásicas.....	168
3.2.2	Líneas trifásicas	170
3.2.3	Líneas de corriente continua.....	173
3.2.4	Diagrama de flujo para el cálculo.....	173
3.3	LÍNEAS ABIERTAS CON CARGAS DISTRIBUIDAS.....	175
3.3.1	Líneas monofásicas.....	175
3.3.2	Líneas trifásicas	179
3.4	LÍNEAS ABIERTAS CON CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS..	181
3.4.1	Líneas monofásicas sin carga en el origen	181
3.4.2	Líneas monofásicas con carga en el origen	183
3.4.3	Líneas trifásicas	184

3.5	LÍNEAS ABIERTAS CON CARGAS IRREGULARMENTE DISTRIBUIDAS Y OTRAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS.....	185
3.5.1	Líneas monofásicas.....	185
3.5.2	Líneas trifásicas	186
3.6	LÍNEAS ABIERTAS CON DERIVACIONES.....	186
3.7	LÍNEA CERRADA ALIMENTADA POR LOS DOS EXTREMOS A LA MISMA TENSIÓN	189
3.7.1	Método exacto	189
3.7.2	Método aproximado.....	191
3.8	LÍNEAS EN ANILLO	192
3.9	CAÍDA DE TENSIÓN EN UNA LÍNEA CERRADA DE SECCIÓN NO UNIFORME.....	192
3.10	LÍNEAS IMPERFECTAMENTE CERRADAS.....	194
3.11	LÍNEAS ABIERTAS INDUCTIVAS.....	194
3.11.1	Línea monofásica inductiva. Caída de tensión	194
3.11.2	Línea trifásica inductiva. Caída de tensión.....	196
3.11.3	Líneas inductivas. Etapas para el cálculo	197
3.12	RESUMEN DE LAS FÓRMULAS DE USO MÁS FRECUENTE.....	198
	PROBLEMA 3.1	199
	PROBLEMA 3.2	201
	PROBLEMA 3.3	203
	PROBLEMA 3.4	207
	PROBLEMA 3.5	211
	PROBLEMA 3.6	215
	PROBLEMA 3.7	219

CAPÍTULO 4. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS EN BT. CÁLCULO ELÉCTRICO.....		221
4.1	REDES DE DISTRIBUCIÓN EN BT	222
4.1.1	Acometida.....	222
4.1.2	Caída de tensión.....	223
4.2	REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN EN BT CON CONDUCTORES DESNUDOS	225
4.3	REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN EN BT CON CONDUCTORES AISLADOS UNIPOLARES	226
4.4	REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN EN BT CON CONDUCTORES AISLADOS TRENZADOS EN HAZ.....	227
4.4.1	Cálculo eléctrico	229
4.5	REDES SUBTERRÁNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN B.T.....	236
4.5.1	Conductores	237
4.5.2	Fusibles para la protección del conductor	238
4.5.3	Puesta a tierra del neutro	239
4.6	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN EL RBT. GENERALIDADES ..	240
4.6.1	Intensidades máximas admisibles por los conductores	243

4.7 REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN EL REGLAMENTO ELÉCTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	246
4.7.1 Intensidades máximas admisibles por los conductores en instalaciones enterradas	248
4.7.2 Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares	254
4.8 RESUMEN DEL CÁLCULO ELÉCTRICO DE UNA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN. PREVISIÓN DE CARGA	255
4.8.1 Normas particulares de Iberdrola para la previsión de cargas y carga total en la red	255
4.8.1.1 Carga correspondiente al conjunto de viviendas (P_1)	256
4.8.1.2 Carga correspondiente a locales comerciales, oficinas e industrias (P_2 y P_3)	256
4.8.1.3 Carga correspondiente a los servicios (P_4)	256
4.8.1.4 Índices para la planificación de la red	257
4.8.1.5 Cálculo para determinar la carga total en la red	257
PROBLEMA 4.1	260
PROBLEMA 4.2	265
PROBLEMA 4.3	271
PROBLEMA 4.4	287
CAPÍTULO 5. INSTALACIÓN DE ENLACE	291
5.1 PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS	292
5.2 LA INSTALACIÓN DE ENLACE: DEFINICIÓN, PARTES	295
5.3 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	299
5.3.2 Normas particulares de Iberdrola	300
5.4 CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO AL PRINCIPIO DE LA INSTALACIÓN	302
5.5 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	303
5.5.1 Instalación	303
5.5.2 Cables	304
5.5.3 Normas particulares de Iberdrola	308
5.6 CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES	311
5.7 DERIVACIÓN INDIVIDUAL	313
5.7.1 Instalación	314
5.7.2 Cables	314
5.7.3 Normas particulares de Iberdrola	321
5.8 DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN	322
5.9 RESUMEN	323
PROBLEMA 5.1	327
PROBLEMA 5.2	330
PROBLEMA 5.3	334
PROBLEMA 5.4	338
PROBLEMA 5.5	340
PROBLEMA 5.6	344

CAPÍTULO 6. INSTALACIONES DE INTERIOR.....	347
6.1 PRESCRIPCIONES GENERALES EN INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. ITC-BT-19	348
6.2 SISTEMAS DE INSTALACIÓN EN INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. ITC-BT-20	356
6.3 TUBOS Y CANALES PROTECTORES EN INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. ITC-BT-21	358
6.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES EN INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. ITC-BT-22	362
6.5 INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. ITC-BT-25, 26 Y 27	364
6.5.1 Grados de electrificación	364
6.5.2 Protección general	365
6.5.3 Circuitos independientes.....	366
6.5.4 Características de los circuitos	368
6.5.5 Puntos de utilización.....	371
6.5.6 Conductores.....	373
6.5.7 Canalizaciones	373
6.5.8 Tomas de tierra	373
6.5.9 Lugares con duchas, bañeras, etc.....	373
6.6 OTRAS INSTALACIONES EN EDIFICIO DE VIVIENDAS.....	374
6.6.1 Garajes	374
6.6.2 Ascensores	375
6.7 INSTALACIONES EN EDIFICIOS SINGULARES E INDUSTRIALES.....	375
6.7.1 Factor de simultaneidad.....	377
6.7.2 Factor de utilización	378
6.8 LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA. ITC-BT-28.....	378
6.8.1 Campos de aplicación.....	378
6.8.2 Alimentación de los servicios de seguridad	379
6.8.3 Fuentes propias de energía	380
6.8.4 Suministros complementarios o de seguridad	380
6.8.5 Alumbrado de emergencia.....	380
6.8.6 Suministros complementarios.....	382
6.8.7 Generalidades	383
6.8.8 Prescripciones complementarias para locales de espectáculos y actividades recreativas	384
6.8.9 Prescripciones complementarias para locales de reunión y trabajo	384
6.9 LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN. ITC-BT-29.....	385
6.10 LOCALES CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES. ITC-BT.30.....	386
6.10.1 Instalaciones en locales húmedos	387
6.10.2 Instalaciones en locales mojados.....	387
6.10.3 Instalaciones en locales con riesgo de corrosión.....	388
6.10.4 Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión.....	388
6.10.5 Instalaciones en locales a temperatura elevada	389
6.10.6 Instalaciones en locales a muy baja temperatura.....	389

6.10.7	Instalaciones en locales en que existan baterías de acumuladores	390
6.10.8	Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico.....	390
6.10.9	Instalaciones en otros locales de características especiales.....	390
6.11	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES	390
6.11.1	Instalaciones con fines especiales. Piscinas y puentes. ITC-BT-31	391
6.11.2	Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte. ITC-BT-32.....	391
6.11.3	Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras. ITC-BT-33	391
6.11.4	Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands. ITC-BT-34.....	392
6.11.5	Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas. ITC-BT-35	392
6.12	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES EN LAS INSTALACIONES INTERIORES	393
	PROBLEMA 6.1	394
	PROBLEMA 6.2	399
	PROBLEMA 6.3	400
	PROBLEMA 6.4	403
	PROBLEMA 6.5	405
	PROBLEMA 6.6	416
	PROBLEMA 6.7	417
CAPÍTULO 7. APARAMENTA EN BAJA TENSIÓN.....		421
7.1	APARAMENTA ELÉCTRICA. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	422
7.2	MAGNITUDES ELÉCTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LOS APARATOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.....	423
7.3	APARATOS DE MANIOBRA.....	424
7.3.1	Seccionador	424
7.3.1.1	Seccionador bajo carga.....	425
7.3.2	Interruptor.....	426
7.3.3	Contactador	427
7.3.3.1	Relé electromagnético.....	431
7.4	APARATOS DE PROTECCIÓN	432
7.4.1	Fusible	433
7.4.1.1	Fusibles. Características eléctricas básicas	438
7.4.1.2	Fusibles. Clasificación	442
7.4.1.3	Fusibles. Protección contra cortocircuitos en una línea derivada	444
7.4.1.4	Fusibles. Selectividad.....	447
7.4.2	Disyuntores.....	448
7.4.2.1	Disyuntores protectores de sobrecargas y cortocircuitos	448
7.4.2.2	Disyuntor magnético	452
7.4.2.3	Disyuntor térmico.....	454
7.4.2.4	Disyuntor magnetotérmico.....	458
7.4.2.5	Disyuntor diferencial.....	461

7.4.2.6	Relé diferencial	466
7.4.3	Las protecciones contra sobretensiones en BT.....	466
7.5	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS DE LAS LÍNEAS: CÁLCULO DEL DISPOSITIVO	471
7.5.1	Protección contra sobrecargas	473
7.5.2	Protección contra cortocircuitos	473
7.5.3	Longitud máxima del conductor protegida por un fusible, o interruptor automático	475
7.6	SELECTIVIDAD.....	477
7.6.1	Selectividad entre fusibles	478
7.6.2	Selectividad entre fusibles automáticos.....	479
7.6.3	Selectividad entre fusible e interruptor automático.....	481
7.6.4	Selectividad diferencial	482
7.7	LA PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES EN EL RBT	483
7.8	LA PROTECCIÓN DIFERENCIAL EN EL RBT	485
7.9	LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES EN EL RBT	486
	PROBLEMA 7.1	489
	PROBLEMA 7.2.....	491
	PROBLEMA 7.3.....	493
	PROBLEMA 7.4.....	494
	PROBLEMA 7.5.....	495
	PROBLEMA 7.6.....	496
	PROBLEMA 7.7.....	497
	PROBLEMA 7.8.....	498
	PROBLEMA 7.9.....	500
	PROBLEMA 7.10.....	502
	PROBLEMA 7.11.....	503
	PROBLEMA 7.12.....	505
	PROBLEMA 7.13.....	510
	CAPÍTULO 8. ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR	511
8.1	LUMINOTECNIA. LA LUZ. EL COLOR.....	512
8.2	PROPIEDADES DE LA LUZ: REFLEXIÓN, REFRACCIÓN, TRANSMISIÓN, ABSORCIÓN	515
8.3	MAGNITUDES Y UNIDADES LUMINOSAS.....	517
8.3.1	Flujo luminoso.....	518
8.3.2	Eficiencia luminosa	519
8.3.3	Intensidad luminosa.....	520
8.3.4	Iluminancia	521
8.3.5	Luminancia.....	523
8.3.6	Resumen de magnitudes y unidades.....	526
8.4	LEYES FUNDAMENTALES DE LA LUMINOTECNIA.....	526
8.4.1	Ley de la inversa del cuadrado de la distancia	526
8.4.2	Ley del coseno.....	528
8.5	LÁMPARAS Y LUMINARIAS.....	529

8.5.1	Lámparas	529
8.5.2	Características generales de los tipos de lámparas	533
8.5.2.1	Lámparas incandescentes convencionales (Tabla 8.8).....	533
8.5.2.2	Lámparas incandescentes halógenas (Tabla 8.9).....	534
8.5.2.3	Lámparas fluorescentes (Tabla 8.10).....	535
8.5.2.4	Lámparas de vapor de mercurio a alta presión (Tabla 8.11).....	536
8.5.2.5	Lámparas de luz mezcla (Tabla 8.12).....	537
8.5.2.6	Lámparas de halogenuros metálicos (Tabla 8.13).....	538
8.5.2.7	Lámparas de vapor de sodio a baja presión (Tabla 8.14).....	539
8.5.2.8	Lámparas de vapor de sodio a alta presión (Tabla 8.15).....	540
8.5.3	Luminarias.....	541
8.5.4	Luminarias de interior.....	542
8.5.5	Luminarias de exterior.....	543
8.6	DIAGRAMAS DE ILUMINACIÓN.....	544
8.6.1	Diagrama polar o curvas de distribución luminosa.....	544
8.6.2	Curvas Isolux.....	546
8.7	ALUMBRADO DE INTERIORES. CÁLCULO POR EL MÉTODO DE LOS LÚMENES.....	548
8.7.1	Factor de mantenimiento y coeficiente de utilización.....	549
8.7.2	Cálculo del coeficiente de utilización.....	550
8.7.3	Cálculo de lámparas y luminarias.....	551
8.8	ALUMBRADO DE EXTERIORES.....	553
8.8.1	Método de los lúmenes.....	553
8.8.2	Curvas de utilización de luminarias. Cálculo del factor de utilización ..	557
8.9	ALUMBRADO CON PROYECTORES.....	559
	PROBLEMA 8.1.....	560
	PROBLEMA 8.2.....	562
	PROBLEMA 8.3.....	563
	PROBLEMA 8.4.....	564
	PROBLEMA 8.5.....	565
	PROBLEMA 8.6.....	567
	PROBLEMA 8.7.....	568
	PROBLEMA 8.8.....	570
	PROBLEMA 8.9.....	572
	PROBLEMA 8.10.....	575
	CAPÍTULO 9. PUESTA A TIERRA.....	579
9.1	INTRODUCCIÓN Y FINALIDAD.....	580
9.2	EL TERRENO.....	583
9.3	LOS ELECTRODOS.....	585
9.4	ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA.....	589
9.4.1	Electrodo semiesférico.....	589
9.4.2	Resistencia eléctrica entre dos semiesferas enterradas.....	593
9.5	TENSIÓN DE CONTACTO Y TENSIÓN DE PASO.....	596
9.5.1	La tensión de contacto en función de la resistencia de tierra.....	597

9.6	LA RESISTENCIA DE TIERRA EN FUNCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL	600
9.7	LA INSTALACIÓN DE PUESTA TIERRA EN EL REBT	603
9.7.1	Partes de que consta una puesta a tierra	604
9.7.2	Tomas de tierra. Electrodo	606
9.7.3	Conductores de tierra.....	606
9.7.4	Bornes de puesta a tierra.....	607
9.7.5	Los conductores de protección	608
9.7.6	Los conductores de unión equipotencial	609
9.7.7	Elementos a conectar a tierra. Edificios de viviendas. ITC-BT-26.....	610
9.7.8	Puntos de puesta a tierra. Edificios de viviendas. ITC-BT-26	610
9.7.9	Líneas principales de tierras. Derivaciones. Edificios de viviendas. ITC-BT-26.....	611
9.7.10	Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación.....	611
9.8	MEDIDA DE LA PUESTA A TIERRA.....	611
	PROBLEMA 9.1	613
	PROBLEMA 9.2	614
	PROBLEMA 9.3	615
	PROBLEMA 9.4.....	616
	PROBLEMA 9.5.....	617
	PROBLEMA 9.6.....	618
	PROBLEMA 9.7.....	619
CAPÍTULO 10. CÁLCULO MECÁNICO DE LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN		
	AÉREAS EN BT	621
10.1	LÍNEAS AÉREAS. CÁLCULO MECÁNICO.....	622
10.1.1	Ecuación de un cable tendido entre dos puntos. Catenaria. Vano. Flecha.....	622
10.1.2	Sobrecargas en los cables	625
10.1.2.1	Sobrecarga de viento	625
10.1.2.2	Sobrecarga de hielo	627
10.1.2.3	Cambio de temperatura	627
10.1.3	Ecuación de cambio de condiciones.....	628
10.1.4	Vano ideal de regulación. Cálculo mecánico del conductor. Flechas de tendido por vano	633
10.2	APOYOS. TIPOS DE APOYOS	636
10.2.1	Esfuerzos en los apoyos.....	637
10.2.2	Cálculo de un apoyo	644
10.2.3	Cálculo de cimentaciones de un apoyo.....	648
10.2.4	Riostra y tornapunta.....	649
10.2.4.1	Estudio del tornapunta.....	650
10.3	REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN EN BT CON CONDUCTORES AISLADOS TRENZADOS EN HAZ. CARACTERÍSTICAS	651

10.4 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN EL RBT. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES	653
10.5 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN EL RBT. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS APOYOS.....	655
PROBLEMA 10.1.....	656
PROBLEMA 10.2.....	658
PROBLEMA 10.3.....	660
PROBLEMA 10.4.....	662
CAPÍTULO 11. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	671
11.1 DEFINICIÓN Y FUNCIONES DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .	672
11.2 CLASIFICACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	674
11.2.1 CT independiente, ct en punta, ct de paso, ct en anillo	675
11.2.2 CT de empresa y CT de cliente	677
11.2.3 CT de intemperie y CT de interior.....	678
11.2.4 CT según su acometida.....	679
11.2.5 CT según la forma constructiva.....	680
11.2.6 CT según su localización geográfica	680
11.3 CONSTITUCIÓN DE UN CT	681
11.3.1 Edificio	681
11.3.2 Celdas de MT: formas constructivas	682
11.3.3 Celdas de MT: tipos. Equipamiento de un CT de empresa y un CT de abonado.....	684
11.3.4 Transformador	687
11.3.4.1 Tipos constructivos de transformadores.....	690
11.3.4.2 Potencia de los transformadores. Cálculo de la potencia del CT	692
11.3.4.3 Grupo de conexión e índice horario	695
11.3.4.4 Tensión de cortocircuito del transformador	697
11.3.4.5 Caída de tensión en el transformador.....	698
11.3.4.6 Rendimiento del transformador.....	699
11.3.4.7 Acoplamiento en paralelo de transformadores.....	701
11.3.5 Cuadro de baja tensión	702
11.3.6 Equipos de medida.....	703
11.4 RÉGIMEN DEL NEUTRO EN EL CT	703
11.5 APARAMENTA DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN EN MT EN LOS CT....	704
11.5.1 Características comunes de los aparatos de maniobra y protección en MT.....	706
11.5.2 Protecciones en MT en el CT	709
11.5.2.1 Protecciones propias del transformador	711
11.5.2.2 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos en MT	713
11.5.2.3 Protección contra sobretensiones	719
11.5.2.4 Otras protecciones en los CT	721
11.5.3 Aparamenta de maniobra en MT	721
11.5.3.1 Aparamenta de maniobra: seccionadores.....	722

11.5.3.2	Apararata de maniobra: interruptores, interruptores automáticos, interruptores-seccionadores	724
11.6	MANIOBRAS EN LOS CT	729
11.7	PUESTA A TIERRA EN LOS CT	730
11.7.1	Sistemas de puesta a tierra	730
11.7.2	Partes de la puesta a tierra	733
11.7.3	Cálculo de la puesta a tierra	733
11.7.4	Descripción del método UNESA	736
11.7.4.1	Mallazo en CT en edificio	736
11.7.4.2	Mallazo en CT sobre apoyo	737
11.7.4.3	Configuración de los electrodos	738
11.7.4.4	Procedimiento de cálculo	739
11.7.4.5	Otro procedimiento de cálculo	744
11.8	VENTILACIÓN DE UN CT	745
11.9	CÁLCULO DE UN CT	747
11.9.1	Cálculos eléctricos de un ct	748
11.10	EJEMPLOS DE CT FRECUENTES	752
11.10.1	CT sobre poste	752
11.10.2	CT compacto bajo poste	754
11.10.3	CT de superficie	755
11.10.4	CT subterráneo	757
11.10.5	CT en edificio de otros usos	758
PROBLEMA 11.1	.....	760
PROBLEMA 11.2	.....	761
PROBLEMA 11.3	.....	762
PROBLEMA 11.4	.....	764
PROBLEMA 11.5	.....	766
PROBLEMA 11.6	.....	767
PROBLEMA 11.7	.....	769
PROBLEMA 11.8	.....	771
PROBLEMA 11.9	.....	773
PROBLEMA 11.10	.....	775
CAPÍTULO 12. SEGURIDAD ELÉCTRICA EN B.T.	.....	779
12.1	DEFINICIONES SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	780
12.2	RIESGO ELÉCTRICO	784
12.3	EFFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL CUERPO HUMANO	786
12.4	FACTORES DE LOS QUE DEPENDEN LOS EFFECTOS FISIOLÓGICOS SOBRE EL CUERPO HUMANO DEBIDO AL PASO DE LA CORRIENTE ...	788
12.4.1	Influencia de la corriente eléctrica y del tiempo de paso	788
12.4.2	Influencia de la tensión de contacto	790
12.4.3	Influencia de la impedancia del cuerpo humano	792
12.4.4	Influencia del recorrido de la corriente	795
12.4.5	Naturaleza de la corriente	796
12.4.6	Capacidad de reacción	796

12.5 TIPOS DE ACCIDENTES POR CONTACTO ELÉCTRICO	797
12.5.1 Contacto eléctrico directo	798
12.5.2 Contacto eléctrico indirecto	799
12.6 PROTECCIONES EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	800
12.6.1 Equipos de protección individual	801
12.6.2 Protección de las personas del contacto directo e indirecto en las instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT-24)	801
12.6.2.1 Protección de las personas del contacto directo e indirecto	802
12.6.2.2 Protección de las personas del contacto directo	803
12.6.2.3 Protección de las personas del contacto indirecto	804
12.6.2.4 Distribución TT. Intensidad en un contacto directo fase-tierra	811
12.6.2.5 Distribución TT. Intensidad en un contacto indirecto	813
12.6.3 Seguridad de las máquinas	815
12.6.4 Protección del material eléctrico	816
12.7 TRABAJOS ELÉCTRICOS EN B.T.	821
12.7.1 Trabajos eléctricos sin tensión en instalaciones de B.T.	824
12.7.1.1 Supresión de la tensión	825
12.7.1.2 Reposición de la tensión	828
12.7.2 Trabajos eléctricos en tensión en instalaciones de B.T.	828
12.8 PRIMEROS AUXILIOS EN UN ACCIDENTE ELÉCTRICO	829
12.8.1 Respiración cardiopulmonar	832
12.8.1.1 Respiración boca a boca	832
12.8.1.2 Masaje cardíaco externo	834
PROBLEMA 12.1	836
PROBLEMA 12.2	839
PROBLEMA 12.3	841
PROBLEMA 12.4	842
PROBLEMA 12.5	843
PROBLEMA 12.6	847
PROBLEMA 12.7	848
PROBLEMA 12.8	849

CAPÍTULO 13. DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, TRAMITACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES..... 851

13.1 DOCUMENTACIÓN, EJECUCIÓN, TRAMITACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	852
13.2 MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO	856
13.3 PROYECTO TÉCNICO	857
13.3.1 Proyecto técnico. Fases. Calidad del proyecto	865
13.3.2 Ejecución y gestión de proyectos. Dirección de obra	867
13.3.3 Planificación del proyecto	870
13.3.4 Herramientas gráficas para la gestión de proyectos	871
13.3.4.1 Desglose de actividades (WBS)	872
13.3.4.2 Matriz de responsabilidades	873

13.3.4.3	Diagrama de flujo.....	874
13.3.4.4	Mapas de procesos	876
13.3.4.5	Diagrama de Gantt	878
13.3.4.6	Diagrama PERT-CPM.....	878
13.3.4.7	Microsoft Project.....	883
CAPÍTULO 14. PROYECTO DE APLICACIÓN		893
14.1	DEFINICIÓN DEL PROYECTO	894
14.2	CÁLCULOS.....	896
ANEXO 1. CONTENIDOS MÍNIMOS QUE DEBE INCLUIR UN PROYECTO ...		917
ANEXO 2. DOCUMENTACIÓN PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.....		923
ANEXO 3. SIMBOLOGÍA		935
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		943
ÍNDICE ALFABÉTICO.....		945