

# ÍNDICE DE MATERIAS

|   |          |
|---|----------|
| <b>Introducción</b> .....   |          |
| <b>1. APLICACIÓN DEL REBT</b> .....   | <b>1</b> |
| <b>1. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN</b> .....   | <b>1</b> |
| 1.1. Nuevo REBT .....   | 1        |
| 1.2. Índice de materias tratadas en el nuevo REBT .....   | 1        |
| 1.3. Agrupaciones de Instrucciones, en función de las materias .....  | 3        |
| <b>2. CLASIFICACIÓN DE LAS TENSIONES</b> .....  | <b>4</b> |
| 2.1. Suministros en Baja Tensión .....  | 4        |
| 2.2. Clasificación de las tensiones .....   | 4        |
| 2.3. Tensiones nominales usualmente utilizadas .....  | 4        |
| 2.4. Frecuencia de la red .....   | 4        |
| 2.5. Clases de tensiones .....  | 4        |
| 2.6. Instalaciones a muy baja tensión .....   | 6        |
| 2.7. Tensiones especiales .....   | 6        |
| <b>3. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS</b> .....  | <b>6</b> |
| <b>4. SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO</b> .....   | <b>7</b> |
| 4.1. Sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase .....                                | 8        |
| 4.2. Sección del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase en redes de distribución del esquema TN ... | 8        |
| 4.3. Identificación del conductor neutro .....  | 8        |
| 4.4. Continuidad del conductor neutro .....   | 8        |
| <b>5. CONDUCTOR ELÉCTRICO (CABLES)</b> .....  | <b>9</b> |
| 5.1. Con carácter general .....   | 9        |
| 5.2. Caídas de tensión en las instalaciones de distribución .....   | 10       |
| 5.3. Tensiones para conductores aislados bajo tubos, enterrados y otros .....   | 11       |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.4. Sección de los conductores en casos especiales .....   | 11        |
| 5.5. Intensidades máximas admisibles por los conductores .....  | 11        |
| 5.6. Materiales de los conductores .....  | 11        |
| <b>6. CLASES DE CONDUCTORES .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>7. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN .....</b>   | <b>12</b> |
| 7.1. Introducción .....   | 12        |
| 7.2. Relación entre las secciones de los conductores de protección<br>y los de fase .....                     | 13        |
| 7.3. Conductor de protección (CP o PE) .....  | 14        |
| 7.4. Conductor CPN o PEN .....  | 14        |
| 7.5. Receptores y puesta a tierra .....   | 15        |
| 7.6. Conductores de equipotencialidad .....   | 15        |
| 7.7. Uniones a tierra .....   | 15        |
| 7.8. Tomas de tierra .....  | 15        |
| 7.9. Bornes de puesta a tierra .....  | 16        |
| 7.10. Conductores de protección .....   | 16        |
| 7.11. Resistencia de las tomas de tierra .....  | 16        |
| 7.12. Revisión de las tomas de tierra .....   | 16        |
| 7.13. Puesta a tierra por razones de protección .....   | 17        |
| 7.14. Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos<br>de control de tensión de defecto ..... | 17        |
| 7.15. Puesta a tierra por razones funcionales .....   | 17        |
| 7.16. Puestas a tierra por razones combinadas de protección y<br>funcionales .....                            | 17        |
| 7.17. Tomas a tierra en nuevas edificaciones .....  | 18        |
| 7.18. Elementos a conectar a tierra .....   | 18        |
| 7.19. Puntos de puesta a tierra .....   | 18        |
| 7.20. Líneas principales de tierra Derivaciones .....   | 19        |
| <b>8. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA .....</b>   | <b>19</b> |
| 8.1. Esquemas de distribución de la energía eléctrica .....   | 20        |
| 8.2. Aplicaciones de los tres esquemas de distribución .....  | 20        |
| 8.3. Tipos de suministros de la corriente eléctrica .....   | 20        |
| <b>9. INSTALACIONES PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRA<br/>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES .....</b>       | <b>21</b> |
| 9.1. Introducción .....   | 21        |
| 9.2. Instalaciones .....  | 21        |
| 9.3. Instalación de los equipos .....   | 22        |
| 9.4. Aparamenta de mando y seccionamiento .....   | 23        |
| <b>10. INSTALACIONES PROVISIONALES .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>11. GRADOS DE PROTECCIÓN IP E IK .....</b>   | <b>24</b> |
| 11.1. Introducción a la protección IP e IK .....  | 24        |
| 11.2. Grado de protección IP .....  | 24        |
| 11.3. Protección complementaria .....   | 25        |
| 11.4. Grados IK de protección mecánica .....  | 25        |
| 11.5. Representación simbolizada del grado de protección IP .....   | 26        |
| <b>12. IMPORTANCIA DEL REBT .....</b>   | <b>27</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2. INSTALACIONES CON PROYECTO</b> .....  | <b>29</b> |
| <b>1. OBSERVACIONES CON CARÁCTER GENERAL</b> .....  | <b>29</b> |
| 1.1. Introducción .....   | 29        |
| 1.2. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) .....                                 | 29        |
| 1.3. Normativa a aplicar .....  | 29        |
| 1.4. Instalaciones con proyecto .....   | 30        |
| 1.5. Instaladores autorizados en Baja Tensión .....   | 30        |
| 1.6. Actividades a realizar por los instaladores autorizados .....                            | 30        |
| 1.7. Esquemas de distribución de la energía eléctrica .....                                   | 30        |
| 1.8. Circuito eléctrico .....   | 31        |
| 1.9. Conductores eléctricos .....   | 31        |
| 1.10. Canalizaciones eléctricas .....   | 31        |
| 1.11. Instalación eléctrica .....   | 32        |
| 1.12. Instalaciones provisionales .....   | 32        |
| 1.13. Instalaciones especiales .....  | 32        |
| 1.14. Aparatos eléctricos de maniobra y control .....   | 33        |
| 1.15. Receptores eléctricos .....   | 33        |
| 1.16. Protección de los circuitos y receptores .....  | 33        |
| 1.17. Protección de las personas .....  | 34        |
| 1.18. Principales causas de avería .....  | 34        |
| 1.19. Herramientas eléctricas .....   | 34        |
| 1.20. Seguridad en la realización de los trabajos eléctricos .....                            | 34        |
| 1.12. Conocimientos tecnológicos .....  | 35        |
| <b>2. PROCESO DE EJECUCIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b> ...                               | <b>35</b> |
| <b>3. INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO</b> .....   | <b>36</b> |
| <b>4. INSTALACIONES QUE REQUIEREN MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO</b> .....                         | <b>37</b> |
| <b>5. EJECUCIÓN Y TRAMITACIÓN DE LAS INSTALACIONES</b> .....                                  | <b>37</b> |
| <b>6. EJECUCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES</b> ...                             | <b>38</b> |
| 6.1. Conceptos generales .....  | 38        |
| <b>7. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES</b> .....                                    | <b>40</b> |
| 7.1. Proyecto .....   | 40        |
| 7.2. Memoria técnica de diseño .....  | 41        |
| <b>8. TRAMITACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DE UNA INSTALACIÓN</b>                                  | <b>41</b> |
| <b>9. DOCUMENTACIÓN PARA LEGALIZAR UNA DETERMINADA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN</b> .....      | <b>42</b> |
| 9.1. Documentos que constituyen la Memoria Técnica de Diseño ...                              | 45        |
| 9.2. Certificado de Instalación Eléctrica .....   | 46        |
| <b>10. PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN DE INSTALACIONES SEGÚN EL REBT</b> .....                  | <b>55</b> |
| <b>11. INSTALACIONES QUE PRECISAN INSPECCIÓN INICIAL ANTES DE SU PUESTA EN SERVICIO</b> ..... | <b>56</b> |
| 11.1. Inspecciones iniciales .....  | 56        |
| 11.2. Inspecciones periódicas .....   | 56        |

|  |           |
|--|-----------|
| 12. CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS .....  | 56        |
| 12.1. Defectos muy graves .....  | 57        |
| 12.2. Defectos graves .....  | 57        |
| 12.3. Defectos leves .....   | 57        |
| 13. INSTALADORES AUTORIZADOS .....   | 58        |
| 14. CLASIFICACIÓN DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS<br>EN BAJA TENSIÓN .....       | 58        |
| 14.1. Categoría básica (IBTB) .....  | 58        |
| 14.2. Categoría especialista (IBTE) .....  | 58        |
| 15. CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN INDIVIDUAL<br>EN BAJA TENSIÓN .....              | 59        |
| 15.1. Concepto .....   | 59        |
| 15.2. Requisitos .....   | 59        |
| 15.3. Concesión y validez .....  | 60        |
| 16. AUTORIZACIÓN COMO INSTALADOR EN BAJA TENSIÓN .....                           | 60        |
| 16.1. Requisitos .....   | 60        |
| 16.2. Concesión y validez .....  | 61        |
| 17. OBLIGACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS<br>EN BAJA TENSIÓN .....        | 62        |
| <br>   |           |
| <b>3. DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA .....</b>                             | <b>63</b> |
| <hr/>  |           |
| 1. GENERACIÓN DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA .....                                    | 63        |
| 1.1. Introducción .....  | 63        |
| 1.2. Formas de energía eléctrica .....   | 63        |
| 1.3. Generación de corriente continua (CC) .....                                 | 63        |
| 1.4. Aplicación de la corriente continua .....                                   | 64        |
| 1.5. Generación de corriente alterna (CA) .....                                  | 64        |
| 1.6. Aplicación de la corriente alterna .....                                    | 64        |
| 1.7. Diferencias entre las corrientes alterna y continua .....                   | 65        |
| 1.8. Fuentes de generación de la energía eléctrica .....                         | 65        |
| 1.9. Problema energético .....   | 65        |
| 1.10. Fuentes de energía .....   | 66        |
| 2. PRODUCTOS ENERGÉTICOS .....   | 67        |
| 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA .....                           | 68        |
| 3.1. Código de letras para la identificación de los esquemas .....               | 68        |
| 3.2. Esquema TN .....  |           |
| 3.3. Esquema TT .....  | 70        |
| 3.4. Esquema IT .....  | 71        |
| 3.5. Aplicación de los tres tipos de esquemas .....                              | 72        |
| 4. TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MT/BT SUMERGIDOS<br>EN LÍQUIDO AISLANTE ..... | 72        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS ACEITES PARA REFRIGERACIÓN DE TRANSFORMADORES</b> ..... | 73        |
| <b>6. SUMINISTROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b> .....   | 74        |
| 6.1. Introducción .....  | 74        |
| 6.2. Clasificación de los suministros .....  | 74        |
| 6.3. Equipos y materiales .....  | 74        |
| 6.4. Perturbaciones en las redes .....   | 75        |
| <b>7. TENSIONES ADMISIBLES EN LOS PUNTOS DE UTILIZACIÓN</b> ....                                 | 75        |
| 7.1. Consideraciones con carácter general .....  | 75        |
| 7.2. Resumen de caídas de tensión .....  | 76        |
| 7.3. Cálculo de la caída de tensión y tensión de utilización .....                               | 76        |
| <b>8. CÁLCULO DE SECCIONES PARA CONDUCTORES</b> .....  | 77        |
| 8.1. En circuitos monofásicos ( $\cos \varphi \approx 1$ ) y de la corriente continua ...        | 77        |
| 8.2. En circuitos trifásicos de corriente alterna .....  | 78        |
| 8.3. Pérdida de potencia en una instalación eléctrica .....                                      | 79        |
| 8.4. Potencia activa de motores .....  | 79        |
| 8.5. Potencia activa para circuitos monofásicos .....  | 80        |
| <b>9. CONSUMO DE ENERGÍA</b> .....   | 80        |
| 9.1. Clasificación de los lugares de consumo .....   | 80        |
| 9.2. Grado de electrificación de las viviendas .....   | 80        |
| <b>10. RECEPTORES Y PUESTA A TIERRA</b> .....  | 81        |
| <b>11. REDES DE DISTRIBUCIÓN PRIVADA Y PÚBLICA</b> .....   | 82        |
| 11.1. Redes de distribución privada .....  | 82        |
| 11.2. Redes de distribución pública .....  | 82        |
| <b>12. CONSEJOS PARA LA MEJOR UTILIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN</b> .                                | 82        |
| <b>13. PÉRDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN</b> .....                       | 85        |
| <b>4. MATERIALES ELÉCTRICOS</b> .....  | <b>87</b> |
| <hr/>  |           |
| <b>1. MATERIAL ELÉCTRICO</b> .....   | 87        |
| 1.1. Clasificación de los materiales eléctricos .....  | 87        |
| <b>2. MÁQUINAS ELÉCTRICAS</b> .....  | 88        |
| <b>3. TRANSFORMADORES</b> .....  | 90        |
| 3.1. Transformador monofásico .....  | 91        |
| 3.2. Transformadores trifásicos .....  | 91        |
| 3.3. Designación de las conexiones de los transformadores trifásicos .                           | 92        |
| 3.4. Otros transformadores .....   | 94        |
| <b>4. RECTIFICADORES DE CORRIENTES ELÉCTRICAS</b> .....  | 95        |
| 4.1. Equipos rectificadores de corrientes alternas en corriente continua .....                   | 95        |
| <b>5. SÍMBOLOS DE SEMICONDUCTORES</b> .....  | 96        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>6. DISPOSITIVOS FOTOSENSIBLES Y MAGNETOSENSIBLES</b> .....  | 97         |
| <b>7. PRINCIPALES MATERIALES ELÉCTRICOS</b> .....  | 97         |
| 7.1. Recepción de la energía eléctrica en baja tensión .....   | 97         |
| 7.2. Aparatos y dispositivos de potencia .....   | 98         |
| 7.3. Materiales complementarios .....  | 98         |
| 7.4. Captore de señales .....  | 98         |
| 7.5. Dispositivos electrónicos .....   | 98         |
| 7.6. Automatismos informáticos y otros .....   | 99         |
| 7.7. Otros materiales .....  | 99         |
| <b>8. PRESENTACIÓN COMERCIAL DE DIVERSOS MATERIALES</b> .....  | 99         |
| <b>9. CONDUCTOS PORTACABLES</b> .....  | 103        |
| 9.1. Introducción .....  | 103        |
| 9.2. Tubos protectores .....   | 103        |
| 9.3. Característica de los tubos protectores .....   | 103        |
| 9.4. Dimensiones normalizadas de los tubos .....   | 104        |
| 9.5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos, en función del número<br>y la sección de los conductores o cables a conducir ..... | 105        |
| <b>10. INSTALACIONES BAJO TUBO</b> .....   | 105        |
| 10.1. Prescripciones generales para la realización de instalaciones<br>bajo tubo según la ITC-BT-21 .....                          | 105        |
| 10.2. Instalación de los conductores .....   | 108        |
| 10.3. Otros elementos de distribución de los conductos eléctricos ...  | 108        |
| 10.4. Presentación de algunos de los materiales citados .....  | 108        |
| <br>   |            |
| <b>5. APARAMENTA ELÉCTRICA</b> .....   | <b>111</b> |
| <hr/>  |            |
| <b>1. INTRODUCCIÓN A LA APARAMENTA ELÉCTRICA</b> .....   | 111        |
| 1.1. Protección .....  | 111        |
| 1.2. Control .....   | 111        |
| 1.3. Seccionamiento y corte .....  | 112        |
| <b>2. AISLAMIENTO O SEPARACIÓN DE CIRCUITOS E INSTALACIONES</b> .....  | 114        |
| 2.1. Introducción .....  | 114        |
| 2.2. Posibilidad de conectar y desconectar en carga .....  | 115        |
| 2.3. Dispositivos admitidos para la conexión y desconexión en carga .  | 115        |
| 2.4. Serán de corte omnipolar .....  | 116        |
| <b>3. SOBRETENSIONES</b> .....   | 116        |
| 3.1. Categorías de las sobretensiones .....  | 116        |
| 3.2. Medidas para el control de las sobretensiones .....   | 117        |
| <b>4. SOBREINTENSIDADES</b> .....  | 118        |
| 4.1. Protección contra las sobreintensidades .....   | 119        |
| 4.2. Efectos de las sobreintensidades .....  | 119        |
| <b>5. CORTACIRCUITOS FUSIBLES</b> .....  | 120        |
| 5.1. Introducción .....  | 120        |
| 5.2. Clases de servicios de fusibles .....   | 120        |

|  |            |
|--|------------|
| 5.3. Clasificación de los fusibles de baja tensión, según EN 60269-1 a IEC 269-1 .....   | 121        |
| 5.4. Fusibles para uso doméstico. Tipo cartucho .....  | 121        |
| 5.5. Fusibles para uso industrial .....  | 121        |
| 5.6. Curva de fusión .....   | 122        |
| 5.7. Presentación de los fusibles en los circuitos eléctricos .....  | 123        |
| 5.8. Diferentes tipos de fusibles .....  | 123        |
| 5.9. Soluciones funcionales de los fusibles .....  | 124        |
| <b>6. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS .....</b>  | <b>124</b> |
| 6.1. Introducción .....  | 124        |
| 6.2. Presentación de interruptores automáticos .....   | 125        |
| 6.3. Elementos principales del interruptor automático .....  | 125        |
| 6.4. Curvas características de interruptores automáticos .....   | 126        |
| 6.5. Presentación comercial de interruptores automáticos .....   | 127        |
| 6.6. Interruptores automáticos magnéticos y magnetotérmicos .....  | 128        |
| <b>7. CALIBRADO DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS .....</b>   | <b>129</b> |
| 7.1. Sección, potencia y dispositivos de protección para receptores de viviendas en circuitos monofásicos a 230 V (1F + 1N + 1CP) .. | 129        |
| 7.2. Calibrado del interruptor general automático (IGA) en función de la potencia de electrificación .....                           | 130        |
| 7.3. Calibre del interruptor automático de protección .....  | 130        |
| 7.4. Protección de los circuitos de calefacción .....  | 130        |
| 7.5. Calibre del interruptor automático para lámparas de descarga ..   | 131        |
| <b>8. INTERRUPTORES DIFERENCIALES .....</b>  | <b>131</b> |
| 8.1. Introducción .....  | 131        |
| 8.2. Zonas de desconexión del interruptor diferencial según su sensibilidad para corriente alterna (50/60' Hz), según IEC 479 .....  | 132        |
| 8.3. Sensibilidad de los interruptores diferenciales .....   | 133        |
| 8.4. Presentación de interruptores diferenciales .....   | 133        |
| 8.5. Características principales de un interruptor diferencial .....   | 133        |
| 8.6. Protección contra los contactos directos .....  | 134        |
| 8.7. Elementos principales del interruptor diferencial .....   | 135        |
| 8.8. Sensibilidad del dispositivo de corte .....   | 136        |
| 8.9. Comportamiento del interruptor diferencial ante el fallo eléctrico ..   | 136        |
| <b>9. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO .....</b>  | <b>137</b> |
| 9.1. Introducción .....  | 137        |
| 9.2. Ejemplos de aplicación .....  | 138        |
| 9.3. Intensidad máxima de cortocircuito en un punto determinado ...  | 138        |
| <b>10. PROTECCIÓN CONTRA LAS BAJADAS DE TENSIÓN .....</b>  | <b>138</b> |
| 10.1. Incidentes que provocan bajada de tensión .....  | 138        |
| 10.2. Bajas tensiones .....  | 139        |
| 10.3. Equipos sensibles a las bajadas de tensión .....   | 139        |
| 10.4. Valoración de las características de funcionamiento de las cargas críticas, respecto a la tensión de la red .....              | 139        |
| 10.5. Dispositivos de protección .....   | 140        |
| 10.6. Reames intempestivos .....   | 140        |
| 10.7. Equipo eléctrico de protección contra las bajadas de tensión ...   | 140        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>6. INSTALACIONES DE ENLACE</b> .....   | <b>141</b> |
| 1. INSTALACIONES DE ENLACE .....  | 141        |
| 2. INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA ..   | 142        |
| 2.1. Introducción .....   | 142        |
| 2.2. En instalación que suministra a un solo usuario .....  | 143        |
| 2.3. En instalación que suministra a viviendas con concentración de<br>contadores .....   | 143        |
| 2.4. En instalación que suministra a viviendas con varias<br>concentraciones de contadores .....                                  | 143        |
| 2.5. En instalación que suministra a centros industriales desde una<br>red de alta tensión .....                                  | 144        |
| 2.6. Ejemplos de caídas de tensión .....  | 144        |
| 3. INSTALACIÓN DE ENLACE PARA VARIOS USUARIOS CON<br>CONTADORES CENTRALIZADOS EN UN MISMO LUGAR .....                             | 145        |
| 4. INSTALACIÓN DE ENLACE PARA UN SOLO USUARIO .....   | 146        |
| 5. INSTALACIÓN DE ENLACE PARA DOS USUARIOS .....  | 147        |
| 6. INSTALACIONES DE ENLACE PARA VARIOS USUARIOS CON<br>CONTADORES EN MÁS DE UN LUGAR .....  | 148        |
| 7. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) .....   | 149        |
| 7.1. Particularidades sobre las CGP .....   | 149        |
| 7.2. Cajas de protección y medida .....   | 149        |
| 7.3. Características generales de la CGP .....  | 150        |
| 7.4. Condiciones de utilización de la CGP .....   | 151        |
| 7.5. Esquemas eléctricos para CGP .....   | 151        |
| 7.6. Presentación de una CGP comercial y esquema .....  | 153        |
| 7.7. Característica de las CGP más utilizadas .....   | 153        |
| 7.8. Tamaño de las bases de los fusibles .....  | 153        |
| 7.9. Potencia máxima de paso para CGP .....   | 154        |
| 7.10. Dimensiones de las CGP .....  | 154        |
| 8. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA) .....  | 154        |
| 8.1. Características de las líneas generales de alimentación .....  | 154        |
| 8.2. Cables utilizados .....  | 155        |
| 9. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LA LÍNEA GENERAL DE<br>ALIMENTACIÓN (LGA) .....  | 156        |
| 9.1. Sección de los conductores, longitud, diámetro de tubos y otros ..   | 156        |
| 9.2. Intensidad máxima admisible (A) en un conductor de cobre (cable<br>unipolar RZ1-K), en función del tipo de instalación ..... | 156        |
| 9.3. Sección de los conductores de fase y neutro y diámetro del tubo  | 157        |
| 10. INSTALACIÓN DE CONTADORES Y DISPOSITIVOS PARA LA<br>MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA .....                                      | 157        |
| 10.1. Con carácter general .....  | 157        |
| 10.2. Colocación en forma individual .....  | 158        |
| 10.3. Colocación de forma centralizada .....  | 158        |
| 10.4. Características del local de contadores .....   | 159        |

|  |            |
|--|------------|
| 10.5. Características del armario .....  | 159        |
| 10.6. Características de la concentración de contadores .....  | 160        |
| 10.7. Elección del sistema de instalación .....  | 161        |
| 10.8. Presentación de una centralización de contadores .....   | 161        |
| 10.9. Partes que constituyen la centralización de contadores .....   | 162        |
| 10.10. Diferentes presentaciones de equipos medidores de energía eléctrica .....   | 163        |
| <b>11. CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNCIÓN DE LA TARIFA NOCTURNA .....</b>  | <b>164</b> |
| 11.1. Contador de monofásico de energía activa (kWh) .....   | 164        |
| 11.2. Contador trifásico de energía activa (kWh) .....   | 164        |
| 11.3. Contador trifásico de energía reactiva (kVArh) .....   | 165        |
| 11.4. Medida directa de la energía .....   | 165        |
| 11.5. Medida indirecta de la energía .....   | 165        |
| <b>12. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP) .....</b>  | <b>166</b> |
| 12.1. Introducción .....   | 166        |
| 12.2. Intensidades para interruptores ICP, en función de la potencia a controlar .....   | 166        |
| <b>13. DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI) .....</b>  | <b>167</b> |
| 13.1. Introducción .....   | 167        |
| 13.2. Instalación .....  | 167        |
| 13.3. Cables y caída de tensión .....  | 168        |
| <b>14. RESUMEN DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN EN INSTALACIONES DE ENLACE .....</b>   | <b>168</b> |
| <b>15. CAÍDAS DE TENSIÓN EN CONDUCTORES DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI) .....</b>   | <b>169</b> |
| 15.1. Para la electrificación básica (5.750 W) .....   | 168        |
| 15.2. Para electrificación elevada (9.200 W) .....   | 169        |
| <b>16. SECCIÓN DE CONDUCTORES DIÁMETRO EXTERIOR DEL TUBO Y SECCIÓN EFECTIVA DE LA CANAL PROTECTORA EN DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI) .....</b> | <b>170</b> |
| 16.1. Para electrificación básica (5.750 W) .....  | 170        |
| 16.2. Para electrificación elevada (9.200 W) .....   | 170        |
| 16.3. Dimensiones mínimas del canal o conducto de obra de fábrica .  | 171        |
| <b>17. CONDUCTORES PARA DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI) ....</b>  | <b>172</b> |
| 17.1. Intensidad admitida por conductores unipolares ES 07Z1-K (450-750 V) .....   | 172        |
| 17.2. Intensidad admitida por conductores unipolares RZ1-K (0,6-1 kV) .....  | 172        |
| 17.3. Intensidad admitida por cables multiconductores RZ1-K (0,6-1 kV) .....   | 172        |
| <b>18. DIÁMETRO DEL TUBO O SECCIÓN DEL CANAL PARA DIFERENTES CONDUCTORES, EN DI .....</b>  | <b>173</b> |
| 18.1. Suministro monofásico para electrificación básica (5.750 W) ...  | 173        |
| 18.2. Suministro monofásico para electrificación elevada (9.200 W) ..  | 173        |

|  |            |
|--|------------|
| 18.3. Ejemplo de cálculo de la sección de los conductores de una derivación individual (DI), en función de su longitud ..... | 173        |
| <b>19. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN (DGMP) .....</b>  | <b>174</b> |
| 19.1. Situación de los dispositivos generales de mando y protección ..   | 174        |
| 19.2. Características del cuadro .....   | 174        |
| 19.3. Dispositivos generales e individuales de mando y protección ..   | 175        |
| 19.4. Cuadro de protección individual para viviendas y locales .....   | 175        |
| 19.5. Equipo eléctrico de un DGMP .....  | 178        |
| 19.6. Esquema unifilar para una vivienda con electrificación básica ..   | 179        |
| 19.7. Esquema unifilar para una vivienda con electrificación básica con circuitos desdoblados .....                          | 180        |
| 19.8. Esquema unifilar en vivienda con electrificación elevada .....   | 181        |
| <br>   |            |
| <b>7. ELECTRIFICACIÓN DE VIVIENDAS .....</b>   | <b>183</b> |
| <hr/>  |            |
| <b>1. PREVISIÓN DE CARGA PARA EL CONJUNTO DE UN EDIFICIO DESTINADO A VIVIENDAS .....</b>                                     | <b>183</b> |
| 1.1. Montacargas y ascensores .....  | 183        |
| 1.2. Potencias para aparatos de elevación .....  | 184        |
| <b>2. GRUPOS DE PRESIÓN PARA ELEVACIÓN DEL AGUA A LAS VIVIENDAS .....</b>  | <b>184</b> |
| 2.1. Presión necesaria en cada planta .....  | 184        |
| 2.2. Presión mínima para la distribución del agua a diferentes alturas (plantas) .....                                       | 184        |
| 2.3. Tomas de agua por vivienda .....  | 185        |
| 2.4. Potencia para la bomba de elevación, en función del número de grifos del edificio .....                                 | 185        |
| <b>3. PREVISIÓN DE POTENCIA PARA EDIFICIOS DIVERSOS .....</b>  | <b>185</b> |
| 3.1. Potencia para un edificio destinado a viviendas .....   | 185        |
| 3.2. Potencia de servicios generales .....   | 185        |
| 3.3. Potencia para aparatos elevadores y montacargas .....   | 186        |
| 3.4. Potencia para locales comerciales (PI) y oficinas (Po) .....  | 186        |
| 3.5. Potencia para garajes con ventilación natural (Pg) .....  | 186        |
| 3.6. Potencia para garajes con ventilación forzada (Pg) .....  | 186        |
| 3.7. Potencia para edificios destinados a una industria (Pi) .....   | 186        |
| 3.8. Potencia para depuradoras de piscina, etc. ....   | 186        |
| <b>4. GUÍA PARA DETERMINAR LA POTENCIA ADECUADA PARA UNA DETERMINADA VIVIENDA .....</b>                                      | <b>186</b> |
| <b>5. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LA VIVIENDA Y POTENCIA CONTRATADA .....</b>  | <b>187</b> |
| <b>6. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN. PREVISIÓN DE POTENCIA .....</b>  | <b>188</b> |
| 6.1. Clasificación de los lugares de consumo .....   | 188        |
| 6.2. Grados de electrificación para viviendas .....  | 188        |
| 6.3. Cargas correspondientes a locales en edificios de viviendas .....   | 188        |

|   |            |
|---|------------|
| 6.4. Cargas correspondientes a edificios comerciales, oficinas e industrias . . . . .   | 189        |
| 6.5. Suministros monofásicos . . . . .  | 189        |
| 6.6. Carga correspondiente al conjunto de viviendas del edificio . . . . .  | 189        |
| <b>7. ELECTRIFICACIÓN BÁSICA Y ELEVADA DE VIVIENDAS . . . . .</b>   | <b>190</b> |
| 7.1. Grado de electrificación básica . . . . .  | 190        |
| 7.2. Circuitos independientes para electrificación básica . . . . .   | 190        |
| 7.3. Grados de electrificación elevada . . . . .  | 190        |
| 7.4. Circuitos independientes para electrificación elevada . . . . .  | 191        |
| 7.5. Puntos de utilización . . . . .  | 191        |
| 7.6. Protección de los circuitos de la vivienda . . . . .   | 193        |
| 7.7. Puntos mínimos de electrificación requeridos por estancia para una electrificación básica . . . . .                        | 194        |
| 7.8. Determinación del número de circuitos, sección de los conductores y de las caídas de tensión . . . . .                     | 195        |
| 7.9. Longitud máxima del cable (m) protegido por un interruptor automático . . . . .  | 196        |
| 7.10. Calibrado del interruptor general automático (IGA) . . . . .  | 196        |
| <b>8. INSTALACIÓN DE RECEPTORES . . . . .</b>   | <b>197</b> |
| 8.1. Introducción . . . . .   | 197        |
| 8.2. Clasificación de los receptores en función de sus características principales y de las precauciones de seguridad . . . . . | 197        |
| 8.3. Características de los receptores . . . . .  | 197        |
| 8.4. Protección de los receptores . . . . .   | 198        |
| 8.5. Caídas de tensión para instalaciones interiores . . . . .  | 198        |
| 8.6. Caídas de tensión para instalaciones industriales . . . . .  | 198        |
| <b>9. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS CON LAS QUE SE IDENTIFICAN LOS RECEPTORES ELÉCTRICOS . . . . .</b>                             | <b>198</b> |
| <b>10. RECEPTORES ELÉCTRICOS . . . . .</b>  | <b>200</b> |
| 10.1. Receptores electrodomésticos . . . . .  | 200        |
| 10.2. Potencias de electrodomésticos . . . . .  | 203        |
| <b>11. CUADRO GENERAL DEL MANDO Y PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DEL GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LA VIVIENDA . . . . .</b>               | <b>204</b> |
| 11.1. Para la electrificación básica, tipo A . . . . .  | 204        |
| 11.2. Para electrificación básica, tipo B . . . . .   | 204        |
| 11.3. Para electrificación elevada . . . . .  | 205        |
| <b>12. REPARTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO . . . . .</b>  | <b>206</b> |
| 12.1. Consumo de energía en el hogar . . . . .  | 206        |
| 12.2. Reparto del consumo eléctrico en el hogar . . . . .   | 206        |
| 12.3. Etiqueta energética y ecológica . . . . .   | 207        |
| <b>13. INSTALACIONES MONOFÁSICAS DE VIVIENDAS . . . . .</b>   | <b>208</b> |
| 13.1. Datos de cálculo . . . . .  | 208        |
| 13.2. Electrificación de viviendas . . . . .  | 208        |
| 13.3. Elección de canalizaciones eléctricas . . . . .   | 209        |
| 13.4. Electrificación Básica 1 . . . . .  | 209        |
| 13.5. Electrificación Básica 2 . . . . .  | 210        |

|   |            |
|---|------------|
| 13.6. Electrificación Elevada 1 .....   | 210        |
| 13.7. Electrificación Elevada 2 .....   | 211        |
| 13.8. Electrificación Elevada 3 .....   | 212        |
| 13.9. Resumen de los interruptores automáticos elegidos y<br>sección mínima de conductores para la línea de Derivación<br>Individual (DI) ..... | 212        |
| <b>14. RECOMENDACIONES PARA ECONOMIZAR ENERGÍA ELÉCTRICA .</b>  | <b>213</b> |
| 14.1. Introducción .....  | 213        |
| 14.2. Formas de reducir el consumo de energía en el alumbrado .....   | 213        |
| <b>15. SÍMBOLOS PARA REPRESENTACIONES SOBRE ESQUEMAS<br/>UNIFILARES Y PLANOS .....</b>  | <b>215</b> |
| 15.1. Símbolos para representar conductores interruptores, luminarias,<br>tomas de conexión, en representaciones sobre plano .....              | 215        |
| 15.2. Otros símbolos utilizados sobre plano .....   | 216        |
| 15.3. Representación simbólica de los principales electrodomésticos .   | 216        |
| 15.4. Representación de tomas de corriente y de señales .....   | 217        |
| <b>16. ELECTRIFICACIÓN DE LAS DEPENDENCIAS DE UNA VIVIENDA .</b>  | <b>217</b> |
| 16.1. Introducción .....  | 217        |
| 16.2. Ejemplo de plano de una vivienda .....  | 217        |
| 16.3. Distribución de los elementos de electrificación para cada una<br>de las dependencias de la vivienda .....                                | 218        |
| <b>17. REPRESENTACIÓN DE ESQUEMAS UNIFILARES SOBRE LOCALES</b>  | <b>227</b> |
| 17.1. Representación en planta .....  | 228        |
| 17.2. Representación en tres dimensiones (tridimensional) .....   | 228        |
| <b>18. EJEMPLO DE TRAZADO DE UNA INSTALACIÓN .....</b>  | <b>229</b> |
| <br>  |            |
| <b>8. INSTALACIONES DE ALUMBRADO INTERIOR .....</b>   | <b>231</b> |
| <hr/>   |            |
| <b>1. ALUMBRADO ELÉCTRICO .....</b>   | <b>231</b> |
| 1.1. Introducción .....   | 231        |
| 1.2. Espectro de la radiación electromagnética .....  | 231        |
| 1.3. Magnitudes electromagnéticas .....   | 232        |
| 1.4. Sensibilidad del ojo humano .....  | 232        |
| 1.5. Sistemas de alumbrado .....  | 232        |
| 1.6. Característica de la distribución luminosa .....   | 233        |
| 1.7. Características luminosas respecto al área de iluminar .....   | 233        |
| 1.8. Distribución de alumbrado en función del sistema de alumbrado .  | 234        |
| 1.9. Reflexión de la luz sobre distintas superficies .....  | 234        |
| 1.10. Transmisión de la luz a través de distintas sustancias .....  | 234        |
| 1.11. Iluminación aconsejable (según DIN 5036) .....  | 235        |
| <b>2. PRINCIPALES TIPOS DE LÁMPARAS .....</b>   | <b>235</b> |
| <b>3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LÁMPARAS .....</b>   | <b>237</b> |
| <b>4. CARACTERÍSTICAS LUMINOSAS DE LAS LÁMPARAS .....</b>   | <b>238</b> |
| <b>5. FLUJO LUMINOSO DE DISTINTOS TIPOS DE LÁMPARAS .....</b>   | <b>238</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>6. CUADRO COMPARATIVO DE DIFERENTES TIPOS DE LÁMPARAS .</b>   | <b>239</b> |
| 6.1. Características de las lámparas .....   | 240        |
| 6.2. Características de lámparas fluorescentes .....   | 240        |
| 6.3. Capacidad de los condensadores .....  | 241        |
| <b>7. CORRIENTE DE EMPLEO .....</b>  | <b>241</b> |
| <b>8. NIVELES DE ILUMINACIÓN .....</b>   | <b>242</b> |
| 8.1. Valores mínimos para interiores, según la Ordenanza<br>de Seguridad e Higiene en el trabajo ..... | 242        |
| 8.2. Índice de reproducción cromática "Ra" .....   | 242        |
| <b>9. NORMAS CE APLICADAS A BALASTROS ELECTRÓNICOS<br/>    UTILIZADOS EN ILUMINACIÓN .....</b>         | <b>243</b> |
| <b>10. RECOMENDACIONES PARA LA CONEXIÓN DE BALASTROS<br/>    ELECTRÓNICOS EN GENERAL .....</b>         | <b>243</b> |
| <b>11. EJEMPLO DE CÁLCULO SENCILLO DE UNA ILUMINACIÓN<br/>    INTERIOR .....</b>                       | <b>245</b> |
| <b>12. EJEMPLO DE LUMINARIAS PARA ALUMBRADO INTERIOR .....</b>   | <b>246</b> |
| <b>13. DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN UN LOCAL PARA<br/>    ALUMBRADO GENERAL .....</b>              | <b>247</b> |
| 13.1. Para alumbrado de incandescencia, fluorescencia y vapor de<br>mercurio .....                     | 247        |
| <b>14. INSTALACIONES DE ALUMBRADO .....</b>  | <b>248</b> |
| 14.1. Introducción .....   | 248        |
| 14.2. Instalación para una lámpara de incandescencia .....   | 248        |
| 14.3. Instalación de lámparas de derivación .....  | 248        |
| 14.4. Instalación de lámparas conmutadas desde dos puntos<br>indistintamente .....                     | 249        |
| 14.5. Instalación de lámparas conmutadas desde tres puntos<br>indistintamente .....                    | 250        |
| 14.6. Instalación para grupo de lámparas accionadas por telerruptor .                                  | 251        |
| 14.7. Instalación para grupo de lámparas pilotadas por minutería . . .                                 | 252        |
| 14.8. Instalación para grupo de lámparas por minutería .....   | 253        |
| 14.9. Instalación para un automático (temporizador) de escalera . . . .                                | 254        |
| 14.10. Instalación para el encendido de una lámpara por control<br>electrónico a distancia .....       | 256        |
| 14.11. Instalación para el encendido de una lámpara pilotada<br>por un detector de movimiento .....    | 256        |
| 14.12. Instalación para el encendido de una lámpara con variación<br>del nivel luminoso emitido .....  | 257        |
| 14.13. Instalación para lámpara de alumbrado de emergencia a baja<br>tensión (seguridad) .....         | 257        |
| 14.14. Instalación para lámpara de alumbrado con<br>encendido/apagado por efecto luminoso .....        | 257        |
| 14.15. Dispositivos especiales de encendido de lámparas u otros<br>elementos .....                     | 258        |
| 14.16. Esquemas para lámparas fluorescentes .....  | 260        |
| 14.17. Esquemas para el encendido de lámparas de descarga y otras .                                    | 261        |

|  |     |
|--|-----|
| 14.18. Esquemas para lámparas fluorescentes compactas . . . . .  | 262 |
| 14.19. Lámpara con encendido desde dos puntos con regulación de nivel luminoso . . . . .   | 263 |
| 14.20. Esquemas de conexiones para lámparas de descarga . . . . .  | 263 |
| 14.21. Instalación para un grupo de lámparas alimentadas a través de un relé pilotado desde varios pulsadores de marcha y paro . . . | 266 |
| 14.22. Equipo de potencia y control para el encendido/apagado de una agrupación de lámparas de alumbrado . . . . .                   | 267 |
| 14.23. Instalación para un grupo de lámparas alimentadas a través de contactor pilotado desde varios pulsadores de marcha y paro .   | 268 |

## **9. INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR . . . . . 269**

|   |            |
|---|------------|
| <b>1. INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR . . . . .</b>   | <b>269</b> |
| 1.1. Campo de aplicación . . . . .  | 269        |
| 1.2. Acometidas para las instalaciones de alumbrado . . . . .                                       | 269        |
| 1.3. Dimensiones de este tipo de instalaciones . . . . .  | 269        |
| 1.4. Cuadros de protección, medida y control . . . . .  | 270        |
| 1.5. Redes de alimentación a los receptores de alumbrado . . . . .                                  | 270        |
| <b>2. RECEPTORES PARA EL ALUMBRADO . . . . .</b>  | <b>272</b> |
| 2.1. Introducción . . . . .   | 272        |
| 2.2. Soportes de luminarias . . . . .   | 272        |
| 2.3. Receptores de alumbrado . . . . .  | 272        |
| 2.4. Características de los equipos eléctricos . . . . .  | 273        |
| 2.5. Protección de las luminarias contra contactos directos e indirectos . . . . .                  | 274        |
| 2.6. Características de las puestas a tierra . . . . .  | 274        |
| <b>3. DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS EN LAS VÍAS PÚBLICAS . . . . .</b>                                  | <b>275</b> |
| 3.1. Alumbrado en tramos rectos . . . . .   | 275        |
| 3.2. Alumbrado en tramos rectos con mediana de separación . . . . .                                 | 276        |
| 3.3. Observaciones con carácter general . . . . .   | 277        |
| 3.4. Alumbrado de curvas, cruces y plazas . . . . .   | 277        |
| <b>4. DATOS Y VALORES PARA CÁLCULO . . . . .</b>  | <b>279</b> |
| 4.1. Instalación de báculos . . . . .   | 279        |
| 4.2. Datos para el cálculo . . . . .  | 279        |
| 4.3. Luminarias para aplicación exterior . . . . .  | 281        |
| 4.4. Soportes para luminarias . . . . .   | 281        |
| <b>5. CONTACTORES PARA LA CONEXIÓN DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO . . . . .</b>                          | <b>282</b> |
| 5.1. Características de los principales sistemas de alumbrado . . . . .                             | 282        |
| 5.2. Tres tipos de circuitos de alumbrado alimentados por contactores .                             | 283        |
| <b>6. EQUIPO ELÉCTRICO PARA EL ENCENDIDO/APAGADO DE UN GRUPO DE LÁMPARAS DE ALUMBRADO . . . . .</b> | <b>284</b> |
| <b>7. EJEMPLO DE INSTALACIÓN DE ALUMBRADO DE UNA VÍA PÚBLICA . . . . .</b>                          | <b>285</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 7.1. Instalación  | 286        |
| 7.2. Características de las lámparas  | 286        |
| 7.3. Elementos de cálculo   | 286        |
| 7.4. Sección de los conductores   | 287        |
| 7.5. Calibre de los aparatos de maniobra  | 287        |
| 7.6. Circuito de potencia   | 288        |
| 7.7. Esquema de maniobra  | 288        |
| 7.8. Tipo de circuito   | 288        |
| 7.9. Representación unifamiliar del circuito eléctrico de alumbrado   | 289        |
| 7.10. Representación del esquema de potencia del circuito eléctrico de alumbrado  | 290        |
| <b>10. MOTORES ELÉCTRICOS</b>   | <b>291</b> |
| <b>1. MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS</b>   | <b>291</b> |
| 1.1. Introducción a los motores trifásicos  | 291        |
| 1.2. Características de los motores trifásicos  | 291        |
| <b>2. INTENSIDAD ABSORBIDA POR UN MOTOR TRIFÁSICO</b>   | <b>296</b> |
| <b>3. ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES TRIFÁSICOS</b>  | <b>298</b> |
| 3.1. Arranque por interruptor   | 298        |
| 3.2. Arranque por contacto  | 298        |
| 3.3. Arranque por contactor   | 298        |
| 3.4. Arranque por interruptor automático  | 298        |
| 3.5. Arranque por contactor   | 299        |
| 3.6. Arranque por contactor   | 299        |
| 3.7. Arranque directo de motores  | 299        |
| <b>4. REPRESENTACIÓN DE LOS ESQUEMAS</b>  | <b>300</b> |
| <b>5. INSTALACIÓN DE MOTORES EN EL REBT (ITC-BT-47)</b>   | <b>301</b> |
| <b>6. ESQUEMAS DE MANIOBRA PARA CONTACTORES</b>   | <b>302</b> |
| <b>7. INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO</b>   | <b>303</b> |
| 7.1. Procedimiento de inversión   | 202        |
| 7.2. Inversor rotativo de giro  | 304        |
| 7.3. Esquema de potencia para un inversor de giro por contactores   | 305        |
| 7.4. Esquemas de mando para inversor de giro  | 305        |
| 7.5. Inversor de giro contactores y protección magnetotérmica   | 306        |
| <b>8. ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE ROTOR EN CORTOCIRCUITO EN CONEXIÓN ESTRELLA-TRIÁNGULO(<math>\lambda</math>-<math>\Delta</math>) (Versión 1)</b> | <b>307</b> |
| <b>9. ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE ROTOR EN CORTOCIRCUITO EN CONEXIÓN ESTRELLA-TRIÁNGULO(<math>\lambda</math>-<math>\Delta</math>) (Versión 2)</b> | <b>308</b> |
| <b>10. MOTOR TRIFÁSICO DE DOS VELOCIDADES CON BOBINADOS SEPARADOS</b>   | <b>309</b> |

|  |                |
|--|----------------|
| 10.1. Características del motor .....  | 309            |
| 10.2. Esquema de potencia .....  | 309            |
| <b>11. EQUIPO ELÉCTRICO PARA EL MANDO DE UN GRUPO PRESOR ..</b>  | <b>310</b>     |
| 11.1. Grupo presor de agua .....   | 310            |
| 11.2. Equipo eléctrico .....   | 310            |
| <b>12. EQUIPO ELÉCTRICO PARA EL MANDO DE UN GRUPO<br/>MOTOBOMBA .....</b>                                      | <b>311</b>     |
| <b>13. ARRANQUE PROGRESIVO DE UN MOTOR .....</b>   | <b>314</b>     |
| <b>14. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES PARA MOTORES .</b>   | <b>315</b>     |
| 14.1. Recomendaciones de la ITC-BT-47 .....  | 315            |
| 14.2. Cálculo de la sección para los conductores que alimentan un<br>motor trifásico .....                     | 315            |
| 14.3. Ejemplo de aplicación .....  | 316            |
| 14.4. Corrección de la sección de los conductores en función de la<br>ejecución de su instalación .....        | 316            |
| 14.5. Condiciones generales para cruzamiento, proximidades y<br>paralelismo .....                              | 316            |
| 14.6. Intensidades máximas admisibles .....  | 317            |
| 14.7. Sección para la instalación del motor citado en el punto 15.1 ...  | 317            |
| <br><b>11. INSTALACIONES DIVERSAS .....</b>  | <br><b>319</b> |
| <hr/>  |                |
| <b>1. BASES DE TOMA DE CORRIENTE .....</b>   | <b>319</b>     |
| 1.1. Introducción .....  | 319            |
| 1.2. Presentación de bases de enchufe según la norma UNE 20.315 ..   | 319            |
| 1.3. Presentación comercial de bases de enchufe .....  | 320            |
| 1.4. Protección de circuitos con bases de toma de corriente<br>monofásicos .....                               | 320            |
| 1.5. Protección de circuitos con bases de toma de corriente trifásicos .                                       | 321            |
| <b>2. INSTALACIONES DIVERSAS .....</b>   | <b>322</b>     |
| 2.1. Instalación para un timbre o elemento similar acústico .....  | 322            |
| 2.2. Instalación para timbre o alarma accionado por reloj horario (RH),<br>conectados a tensión reducida ..... | 323            |
| 2.3. Instalación para un timbre accionado desde dos puntos<br>indistintamente .....                            | 323            |
| 2.4. Instalación para timbre accionado desde un punto, a tensión<br>reducida .....                             | 324            |
| 2.5. Instalación para el accionamiento de una cerradura eléctrica ....   | 324            |
| 2.6. Instalación para el accionamiento de ventiladores .....   | 325            |
| <b>3. CALEFACCIÓN ELÉCTRICA .....</b>  | <b>325</b>     |
| 3.1. Introducción .....  | 325            |
| 3.2. Calefacción con convectores .....   | 326            |
| 3.3. Radiadores locales .....  | 326            |
| 3.4. Calefacción con suelo radiante .....  | 326            |
| 3.5. Acumuladores de calor .....   | 326            |

|   |     |
|---|-----|
| <b>4. ESTIMACIÓN DE CALOR NECESARIO PARA CALENTAR UNA VIVIENDA</b> .....  | 327 |
| 4.1. Introducción .....   | 327 |
| 4.2. Forma de determinar el calor necesario para una vivienda .....   | 327 |
| <b>5. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE CALEFACCIÓN NECESARIA</b> .....   | 328 |
| 5.1. Zonas climáticas de España .....   | 328 |
| 5.2. Tabla para determinar la potencia necesaria por metro cuadrado (W/m <sup>2</sup> ) .....                     | 329 |
| 5.3. Ejemplo de aplicación .....  | 329 |
| <b>6. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN</b> .....  | 330 |
| 6.1. Instalación para uno o varios elementos calefactores .....   | 330 |
| <b>7. TARIFA NOCTURNA PARA SUMINISTROS MONOFÁSICOS</b> .....  | 332 |
| 7.1. Tarifa 2.0 N .....   | 332 |
| 7.2. Potencia contratada y limitados para tarifa 2.0 N .....  | 332 |
| 7.3. Alimentación y control de un circuito con tarifa 2.0 N .....   | 333 |
| <b>8. AGUA CALIENTE SANITARIA POR ELECTRICIDAD</b> .....  | 333 |
| 8.1. Termo eléctrico .....  | 333 |
| 8.2. Consumo de energía eléctrica para el calentamiento del agua .....  | 334 |
| 8.3. Termos eléctricos .....  | 335 |
| <b>9. TERMO ELÉCTRICO</b> .....   | 336 |
| <b>10. ELEVACIÓN DE AGUA EN UN GRUPO DE VIVIENDAS</b> .....   | 337 |
| 10.1. Presión mínima necesaria para elevar el agua a las viviendas .....  | 337 |
| 10.2. Potencia para el accionamiento de la bomba de tipo centrífugo .....   | 337 |
| 10.3. Densidad del agua a diferentes temperaturas .....   | 337 |
| 10.4. Potencia del accionamiento de las bombas de elevación en función de la altura .....                         | 338 |
| <b>11. RIEGO AUTOMÁTICO</b> .....   | 338 |
| 11.1. Instalación para un riego automático controlado por un programador y electroválvulas de accionamiento ..... | 338 |
| <b>12. ALUMBRADO DE SEGURIDAD</b> .....   | 339 |
| 12.1. Lugares en que deberá instalarse alumbrado de seguridad .....   | 339 |
| 12.2. Alimentación de los servicios de seguridad .....  | 341 |
| 12.3. Fuentes de alimentación .....   | 341 |
| 12.4. Suministros complementarios o de seguridad .....  | 342 |
| 12.5. Alumbrado de emergencia .....   | 342 |
| 12.6. Instalación de fuentes de alimentación .....  | 344 |
| 12.7. Equipo eléctrico .....  | 344 |
| 12.8. Pilotos de balizado autónomos .....   | 344 |
| 12.9. Designación de las luminarias para alumbrado de emergencia ..   | 345 |
| <b>13. INSTALACIONES ESPECIALES</b> .....   | 346 |
| 13.1. Introducción .....  | 346 |
| 13.2. Comentario .....  | 347 |
| <b>14. EQUIPOS DE ELEVACIÓN</b> .....   |     |
| 14.1. Requisitos generales para este tipo de instalaciones .....  | 348 |

|   |            |
|---|------------|
| 14.2. Seccionamiento y corte eléctrico .....  | 348        |
| 14.3. Corte y parada de emergencia .....  | 349        |
| 14.4. Protección para garantizar la seguridad contra los contactos<br>directos .....                              | 349        |
| 14.5. Aparamenta .....  | 349        |
| 14.6. Protección contra sobrecorrientes .....   | 349        |
| 14.7. Tomas de tierra y conductores de protección .....   | 349        |
| <b>15. INSTALACIONES DOMÓTICAS .....</b>  | <b>350</b> |
| <b>16. CAMPO DE ACTUACIÓN DEL INSTALADOR .....</b>  | <b>351</b> |
| <br>  |            |
| <b>12. CONDUCTORES ELÉCTRICOS .....</b>   | <b>353</b> |
| <hr/>   |            |
| <b>1. EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES .....</b>  | <b>353</b> |
| 1.1. Introducción .....   | 353        |
| 1.2. Distancia de conductores con canalizaciones de agua y gas .....  | 353        |
| 1.3. Problemas que se derivan de un defectuoso empalme o conexión .....   | 354        |
| 1.4. Situaciones que provocan un defectuoso empalme o conexión ..   | 354        |
| <b>2. CONEXIONADO DE CONDUCTORES Y APARATOS .....</b>   | <b>354</b> |
| 2.1. Conexión de los conductores .....  | 354        |
| 2.2. Posibles formas de conexión de conductores .....   | 355        |
| <b>3. SISTEMAS DE INSTALACIÓN DE CONDUCTORES PARA<br/>INSTALACIONES INTERIORES .....</b>                          | <b>356</b> |
| 3.1. Separación de circuitos .....  | 356        |
| 3.2. Atención particular a las canalizaciones eléctricas .....  | 357        |
| 3.3. Formas de disponer los conductores en las canalizaciones .....   | 357        |
| 3.4. Ejemplos de diferentes conducciones de conductores .....   | 358        |
| 3.5. Tubos protectores .....  | 359        |
| 3.6. Características de los tubos protectores .....   | 359        |
| 3.7. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas ..   | 359        |
| <b>4. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES ..</b>   | <b>360</b> |
| <b>5. CABLES PARA SERVICIOS MÓVILES .....</b>   | <b>364</b> |
| 5.1. Características de los conductores para servicios móviles<br>de acuerdo con la norma UNE 21.150 (1986) ..... | 364        |
| 5.2. Ejemplo de marcado de un conductor tripolar de 25 mm <sup>2</sup> .....                                      | 364        |
| 5.3. Aplicación de los conductores flexibles .....  | 364        |
| 5.4. Ejemplo de utilización de cables flexibles .....   | 365        |
| <b>6. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES AISLADOS .....</b>  | <b>365</b> |
| 6.1. En conductores sueltos .....   | 365        |
| 6.2. Cables sin conductor de protección .....   | 365        |
| 6.3. Cables con conductor de protección .....   | 366        |
| 6.4. Identificación de conductores .....  | 366        |
| 6.5. Sección de los conductores de fase .....   | 366        |
| <b>7. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN ...</b>   | <b>367</b> |
| 7.1. La designación normalizada de los cables según las normas<br>UNE 21031 y otras .....                         | 367        |

|  |            |
|--|------------|
| 7.2. Ejemplos de cables normalizados . . . . .   | 368        |
| 7.3. Presentación comercial de conductores eléctricos . . . . .                                  | 369        |
| <b>8. CONDUCTOR NEUTRO . . . . .</b>   | <b>369</b> |
| 8.1. Identificación del conductor neutro . . . . .   | 369        |
| 8.2. Continuidad del conductor neutro según ITC-BT-06 . . . . .                                  | 369        |
| 8.3. Distribución del conductor neutro . . . . .   | 370        |
| 8.4. Sección mínima de conductor neutro . . . . .  | 370        |
| <b>9. CONDUCTOR CPN O PEN . . . . .</b>  | <b>371</b> |
| 9.1. Esquemas de distribución conductor PEN . . . . .  | 371        |
| 9.2. Sección del conductor PEN y demás características . . . . .                                 | 371        |
| <b>10. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN (PE) INCORPORADO A UNA RED ESQUEMA TT . . . . .</b>               | <b>372</b> |
| <b>11. TOMAS DE TIERRA PARA VIVIENDAS . . . . .</b>  | <b>373</b> |
| 11.1. Instalación del conductor de protección . . . . .  | 373        |
| 11.2. Tomas de tierra . . . . .  | 374        |
| 11.3. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra . . . . .                    | 375        |
| 11.4. Bornes de puesta a tierra . . . . .  | 375        |
| 11.5. Puntos de puesta a tierra . . . . .  | 375        |
| 11.6. Elementos a conectar a tierra en nuevas edificaciones . . . . .                            | 375        |
| 11.7. Conductores de protección . . . . .  | 376        |
| 11.8. Características de los conductores de protección . . . . .                                 | 376        |
| 11.9. Conductores de equipotencialidad . . . . .   | 377        |
| 11.10. Resistencia de las tomas de tierra . . . . .  | 378        |
| 11.11. Esquema de distribución del conductor de protección . . . . .                             | 378        |
| 11.12. Esquema del sistema de puesta a tierra . . . . .  | 379        |
| 11.13. Revisión de las tomas de tierra . . . . .   | 379        |
| 11.14. Elementos de un edificio que deben conectarse a tierra . . . . .                          | 380        |
| 11.15. Red de conexiones a tierra de un edificio . . . . .                                       | 380        |
| 11.16. Características de la conducción enterrada . . . . .                                      | 381        |
| 11.17. Número mínimo de picas necesario para la puesta a tierra de un edificio . . . . .         | 381        |
| 11.18. Puesta a tierra provisional durante la ejecución de la obra . . . . .                     | 382        |
| 11.19. Valores de resistencia a tierra . . . . .   | 382        |
| 11.20. Resistencia máxima de la puesta a tierra en función del tipo del local . . . . .          | 383        |
| <b>12. CONDUCTORES AISLADOS NORMALIZADOS . . . . .</b>   | <b>383</b> |
| <b>13. MEDIDAS Y VERIFICACIONES . . . . .</b>  | <b>387</b> |
| <hr/>  |            |
| <b>1. MEDIOS TÉCNICOS REQUERIDOS PARA LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN . . . . .</b> | <b>387</b> |
| 1.1. Medios técnicos para categoría Básica . . . . .   | 387        |
| 1.2. Medios técnicos para categoría especialista . . . . .                                       | 388        |
| 1.3. Importancia de las mediciones . . . . .   | 388        |
| <b>2. APARATOS DE MEDIDA ELÉCTRICOS . . . . .</b>  | <b>388</b> |
| 2.1. Introducción a los aparatos de medida . . . . .   | 388        |

|  |            |
|--|------------|
| 2.2. Mecanismos de medida .....  | 389        |
| 2.3. Representación de algunos aparatos de medida .....  | 390        |
| 2.4. Clasificación de los aparatos de medida .....   | 390        |
| 2.5. Características principales de un aparato de medida .....   | 390        |
| <b>3. CONEXIÓN DE APARATOS DE MEDIDA .....</b>   | <b>391</b> |
| 3.1. Introducción al empleo de aparatos de media .....   | 391        |
| <b>4. AMPERÍMETROS .....</b>   | <b>391</b> |
| 4.1. En un circuito monofásico .....   | 391        |
| 4.2. En un circuito trifásico equilibrado .....  | 391        |
| 4.3. En un circuito trifásico desequilibrado .....   | 392        |
| 4.4. Para intensidades elevadas .....  | 392        |
| 4.5. Características de los amperímetros a utilizar .....  | 392        |
| <b>5. ELECTROPINZAS .....</b>  | <b>392</b> |
| 5.1. Introducción .....  | 392        |
| 5.2. Características de una electropinza .....   | 392        |
| 5.3. Empleo de la electropinza para medir corriente eléctrica .....  | 393        |
| <b>6. VOLTÍMETROS .....</b>  | <b>394</b> |
| 6.1. En un circuito monofásico .....   | 394        |
| 6.2. En un circuito trifásico .....  | 394        |
| 6.3. En un circuito trifásico con neutro .....   | 394        |
| 6.4. Medida de tensiones elevadas .....  | 395        |
| 6.5. Medida de varias tensiones mediante un solo voltímetro .....  | 395        |
| <b>7. FRECUENCIÓMETRO .....</b>  | <b>396</b> |
| <b>8. VATÍMETRO .....</b>  | <b>396</b> |
| <b>9. COSÍMETRO .....</b>  | <b>397</b> |
| <b>10. CONTADORES DE ENERGÍA .....</b>   | <b>398</b> |
| 10.1. Contador de energía activa (kWh) .....   | 398        |
| 10.2. Contador de energía activa (kWh) .....   | 398        |
| 10.3. Contador de energía activa (kWh) .....   | 399        |
| 10.4. Equipo de contadores para medir las energías activa (kWh) y reactiva (kVArh) .....   | 399        |
| 10.5. Contador con equipo complementario de triple tarifa .....  | 400        |
| 10.6. Equipo de medida para energía activa y reactiva, triple tarifa con transformadores de intensidad en red trifásica con neutro ..... | 400        |
| 10.7. Contador de energía activa (kWh) .....   | 402        |
| 10.8. Contador electrónico de energía activa, para tres fases y neutro ..  | 402        |
| 10.9. Ejemplo de conexionado de contadores monofásicos de doble tarifa .....   | 403        |
| <b>11. TARIFAS ELÉCTRICAS .....</b>  | <b>404</b> |
| 11.1. Introducción .....   | 404        |
| 11.2. Tarifas y escalones de tensión .....   | 404        |
| 11.3. Modalidades de contratación en Baja Tensión .....  | 405        |
| 11.4. Modalidades de contratación en alta tensión .....  | 405        |
| 11.5. Tipos de discriminación horaria .....  | 405        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>12. VERIFICACIONES MEDIANTE MEDIDAS Y ENSAYOS</b> .....   | 406        |
| 12.1. Relación de medidas y comprobaciones .....   | 406        |
| 12.2. Medida de continuidad de los conductores de protección .....   | 407        |
| 12.3. Medida de la resistencia de puesta a tierra. Según ITC-BT-18 ...   | 407        |
| 12.4. Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores ...   | 408        |
| 12.5. Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes,<br>cuando se utilice este sistema de protección ..... | 410        |
| 12.6. Medida de la rigidez dieléctrica .....   | 411        |
| 12.7. Medida de la corriente de fuga .....   | 411        |
| 12.8. Comprobación de interruptores diferenciales .....  | 412        |
| 12.9. Comprobación de la impedancia de bucle .....   | 413        |
| 12.10. Analizador de redes .....   | 415        |
| 12.11. Medida de fugas mediante electropinza de precisión .....  | 415        |
| 12.12. Comprobación de la secuencia de fases .....   | 416        |
| 12.13. Relé diferencial de fugas a masa con rearme manual o<br>automático, sin test o con test .....                     | 417        |
| 12.14. Relé integral de protección para líneas trifásicas .....  | 418        |
| <br>   |            |
| <b>14. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN<br/>DE LA ENERGÍA Y OTROS</b> .....   | <b>419</b> |
| <hr/>  |            |
| <b>1. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA<br/>ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS</b> .....     | 419        |
| 1.1. Generalidades .....   | 419        |
| 1.2. Sistemas de automatización, gestión de la energía y seguridad<br>según la ITC-BT-51 .....                           | 419        |
| 1.3. Terminología empleada .....   | 420        |
| 1.4. Requisitos generales para este tipo de instalaciones .....  | 420        |
| 1.5. Condiciones particulares de este tipo de instalaciones .....  | 421        |
| 1.6. Comentario .....  | 422        |
| <b>2. INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIONES<br/>(ICT)</b> .....   | 422        |
| 2.1. Normativa .....   | 422        |
| 2.2. Estructura general de la ICT aplicada a una vivienda .....  | 424        |
| <b>3. RED DE TELEFONÍA BÁSICA (TB)</b> .....   | 425        |
| <b>4. RED DE TELEVISIÓN TV + FM</b> .....  | 427        |
| 4.1. Ejemplo de una instalación básica para repartir las señales<br>de TV/FM .....                                       | 427        |
| 4.2. Sistemas de distribución de la señal .....  | 427        |
| <b>5. EDIFICIOS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN</b> .....  | 429        |
| 5.1. Aplicación de una instalación ICT .....   | 429        |
| 5.2. Contenido de la caja de acometida de señales en una vivienda ...  | 430        |
| <b>6. PORTEROS AUTOMÁTICOS</b> .....   | 430        |
| 6.1. Portero para un chalet .....  | 430        |
| 6.2. Portero electrónico para un edificio .....  | 431        |
| 6.3. Videoportero, con una puerta de acceso .....  | 432        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>15. FÍSICA ELECTRICA APLICADA</b> .....                                       | <b>435</b> |
| <b>1. LEY DE OHM</b> .....   | <b>435</b> |
| 1.1. Tensión eléctrica (U) .....   | 435        |
| 1.2. Intensidad eléctrica (I) .....  | 435        |
| 1.3. Resistencia eléctrica (R) .....   | 435        |
| <b>2. RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR</b> .....                                      | <b>435</b> |
| <b>3. ACOPLAMIENTO DE RESISTENCIAS</b> .....                                     | <b>436</b> |
| 3.1. Resistencias acopladas en serie (Rs) .....                                  | 436        |
| 3.2. Resistencias acopladas en derivación ( $R_d$ ) .....                        | 436        |
| 3.3. Acoplamiento mixto de resistencia ( $R_m$ ) .....                           | 436        |
| <b>4. CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR (C)</b> .....                                  | <b>437</b> |
| <b>5. ACOPLAMIENTO DE CONDENSADORES</b> .....                                    | <b>437</b> |
| 5.1. Condensadores acoplados en serie (Cs) .....                                 | 437        |
| 5.2. Condensadores acoplados en derivación .....                                 | 437        |
| <b>6. ACOPLAMIENTO DE PILAS Y BATERÍAS</b> .....                                 | <b>437</b> |
| 6.1. Agrupamiento serie de pilas y baterías .....                                | 437        |
| 6.2. Agrupamiento derivación de pilas y baterías .....                           | 438        |
| 6.3. Agrupamiento mixto de pilas y baterías .....                                | 438        |
| <b>7. AUMENTO DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA</b> .....                     | <b>439</b> |
| <b>8. CANTIDAD DE CALOR PRODUCIDO POR LA CORRIENTE ELÉCTRICA</b> .....           | <b>439</b> |
| <b>9. CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS CONDUCTORES</b> .....                              | <b>439</b> |
| <b>10. POTENCIA ELÉCTRICA</b> .....  | <b>440</b> |
| 10.1. En un circuito de corriente continua .....                                 | 440        |
| 10.2. En un circuito monofásico de corriente alterna, no inductivo ...           | 440        |
| 10.3. En un circuito monofásico de corriente alterna, inductivo .....            | 440        |
| 10.4. En un circuito trifásico de corriente alterna, no inductivo .....          | 441        |
| 10.5. En un circuito trifásico de corriente alterna, inductivo .....             | 441        |
| <b>11. ENERGÍA ELÉCTRICA</b> .....   | <b>441</b> |
| 11.1. En un circuito de corriente continua .....                                 | 441        |
| 11.2. En un circuito monofásico de corriente alterna, no inductivo ...           | 441        |
| 11.3. En un circuito monofásico de corriente alterna, inductivo .....            | 442        |
| 11.4. En un circuito trifásico de corriente alterna, no inductivo .....          | 442        |
| 11.5. En un circuito trifásico de corriente alterna, inductivo .....             | 442        |
| <b>12. UNIDADES FUNDAMENTALES DEL SISTEMA SI</b> .....                           | <b>442</b> |
| <b>13. ESCALAS DE TEMPERATURA</b> .....  | <b>443</b> |
| <b>14. CORRECCIÓN DE UN FACTOR DE POTENCIA (<math>\cos\phi</math>), BAJO</b> ... | <b>443</b> |
| 14.1. Factor de potencia .....   | 443        |
| 14.2. Factor de potencia de algunos receptores .....                             | 444        |
| 14.3. Inconvenientes de un bajo factor de potencia .....                         | 444        |
| 14.4. Ventajas de un correcto factor de potencia .....                           | 445        |
| 14.5. Compensación del factor de potencia .....                                  | 445        |

|  |            |
|--|------------|
| 15. RESUMEN DE LAS PRINCIPALES FÓRMULAS ELÉCTRICAS APLICADAS .....                           | 446        |
| 16. RESUMEN DE FÓRMULAS PARA CALCULAR LA SECCIÓN DE CONDUCTORES .....                        | 447        |
| <b>16. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y SEGURIDAD .....</b>   | <b>449</b> |
| <hr/>  |            |
| 1. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS .....   | 449        |
| 1.1. Herramientas manuales de uso común .....  | 449        |
| 1.2. Herramientas mecánicas .....  | 452        |
| 1.3. Herramientas para trabajos con tensión eléctrica .....                                  | 453        |
| 1.4. Aparatos eléctricos de medida y comprobación .....                                      | 454        |
| 1.5. Principales aparatos de acuerdo con la ITC-BT-03 .....                                  | 455        |
| 1.6. Presentación comercial de algunos de estos aparatos .....                               | 456        |
| 1.7. Aparatos de medida y comprobación, no eléctricos .....                                  | 457        |
| 1.8. Dispositivos de seguridad para la ejecución de los trabajos eléctricos .....            | 458        |
| 1.9. Presentación comercial de algunos de los dispositivos de seguridad más utilizados ..... | 459        |
| 2. MUESTRARIO DE HERRAMIENTAS .....  | 460        |
| 3. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE HERRAMIENTAS Y APARATOS .....                             | 461        |
| 3.1. Introducción .....  | 461        |
| 3.2. Conservación de las herramientas y aparatos eléctricos .....                            | 461        |
| 4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS .....                                   | 462        |
| 4.1. Contactos de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos .....   | 462        |
| 4.2. Protección contra contactos directos .....  | 462        |
| 4.3. Contactos indirectos .....  | 463        |
| 4.4. Protección contra contactos indirectos .....  | 463        |
| 5. EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN EL ORGANISMO HUMANO .....                            | 464        |
| 5.1. Consecuencias de paso de corriente por el organismo .....                               | 464        |
| 5.2. Protección por corte automático de la tensión .....                                     | 465        |
| 5.3. Tiempos de corte máximo del dispositivo de protección .....                             | 465        |
| 5.4. Relación entre corriente y tiempo para llegar a la fibrilación ventricular .....        | 465        |
| 5.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica .....                                  | 465        |
| 6. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS .....  | 466        |
| 6.1. Protección sin corte automático a la alimentación .....                                 | 466        |
| 6.2. Protección por corte automático de la corriente en caso de fuga .....                   | 467        |
| 6.3. Utilización de bajas tensiones .....  | 468        |
| 6.4. Transformadores utilizados .....  | 468        |
| 6.5. Clasificación de los transformadores contra choques eléctricos .....                    | 469        |
| 7. CINCO REGLAS DE ORO PARA TRABAJOS SIN TENSIÓN .....                                       | 469        |

|  |            |
|--|------------|
| 8. NORMATIVA SOBRE PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO ..... | 470        |
| 8.1. Real Decreto 614/2001 .....   | 470        |
| 9. SEÑALIZACIÓN .....  | 471        |
| 10. ENTIDADES DE HOMOLOGACIÓN .....  | 471        |
| <b>17. ANEXO DE CONSULTA .....</b>   | <b>473</b> |
| <hr/>  |            |
| 1. MEDIDAS Y CÁLCULOS GEOMÉTRICOS .....  | 473        |
| 1.1. Introducción .....  | 473        |
| 1.2. Medidas de longitud .....   | 473        |
| 1.3. Unidades principales de longitud .....  | 473        |
| 1.4. Unidades de superficie .....  | 474        |
| 1.5. Unidades de volumen .....   | 474        |
| 1.6. Diversos aparatos de medida .....   | 474        |
| 1.7. Múltiples y submúltiples de unidades .....  | 475        |
| 1.8. Operaciones con fracciones .....  | 475        |
| 2. SECCIONES DE FIGURAS GEOMÉTRICAS .....  | 476        |
| 3. VOLUMEN DE FIGURAS GEOMÉTRICAS .....  | 478        |
| 4. EJEMPLOS DE APLICACIÓN .....  | 478        |
| 5. PRINCIPALES FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS EN LA CIRCUNFERENCIA .....  | 479        |
| 6. VALORES INSTANTÁNEOS, EFICACES, MÁXIMOS Y MEDIOS DE UNA FUNCIÓN SENOIDAL .....                          | 480        |
| 6.1. Valor máximo de una función seonidal .....  | 480        |
| 6.2. Valor instantáneo de una funcional senoidal .....   | 480        |
| 6.3. Valores nulos en una función senoidal .....   | 480        |
| 6.4. Valor eficaz de una función senoidal .....  | 480        |
| 6.5. Valor medio de una función senoidal .....   | 480        |
| 6.6. Relación entre los valores medio y eficaz .....   | 480        |
| 7. FASE Y ÁNGULO DE FASE .....   | 481        |
| 8. CARACTERÍSTICAS DEL COBRE .....   | 481        |
| 9. FORMACIÓN DE CABLECILLOS Y CABLES FLEXIBLES .....   | 482        |
| 10. FORMACIÓN DE CABLES RECOCIDOS .....  | 482        |
| 11. FORMACIÓN DE CABLES DUROS PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS .....  | 483        |
| 13. DENOMINACIONES ABREVIADAS UTILIZADAS EN ESTA OBRA .  | 483        |