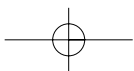
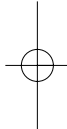
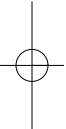


Índice

MANIOBRA Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS



| | |
|--|-----|
| Presentación | XV |
| 1 Red de distribución | 1 |
| 1.1. Distribución de la energía eléctrica..... | 3 |
| 1.2. Tipos de centros de transformación..... | 4 |
| 1.3. Arquitectura de sistemas eléctricos..... | 5 |
| 1.4. Normas particulares de empresas eléctricas..... | 7 |
| 1.4.1. Normas particulares de Iberdrola..... | 7 |
| 1.4.2. Normas particulares de Unión-Fenosa..... | 14 |
| 1.5. Ejemplo de una red urbana de MT..... | 21 |
| 1.6. Red telemandada..... | 22 |
| 2 Principales elementos de un centro de transformación | 25 |
| 2.1. Introducción..... | 27 |
| 2.1.1. Definiciones relativas a elementos de MT..... | 27 |
| 2.1.2. Clasificación de la aparamenta de MT..... | 30 |
| 2.1.3. Parámetros característicos de la aparamenta..... | 31 |
| 2.2. Elementos de un centro de transformación de media tensión (MT)..... | 33 |
| 2.2.1. Equipo de MT..... | 34 |
| 2.2.2. Celdas..... | 35 |
| 2.2.3. Transformadores de potencia de MT/BT..... | 49 |
| 2.2.4. Equipo de BT..... | 62 |
| 3 Interruptores y seccionadores | 65 |
| 3.1. Interruptor automático..... | 67 |
| 3.1.1. Interruptores automáticos de gas SF6..... | 69 |
| 3.1.2. Interruptor automático de vacío..... | 78 |
| 3.1.3. Interruptores de potencia de pequeño volumen de aceite..... | 81 |
| 3.2. Contactores..... | 82 |
| 3.2.1. Contactor de gas SF6..... | 82 |
| 3.2.2. Contactor al vacío..... | 85 |
| 3.3. Interruptores-seccionadores..... | 89 |
| 3.3.1. Interruptor-seccionador..... | 89 |
| 3.3.2. Interruptor-seccionador aislado en aire..... | 95 |
| 3.4. Seccionadores..... | 96 |
| 3.5. Seccionadores de puesta a tierra..... | 101 |

Centros de transformación

| | |
|--|------------|
| 4 Fusibles de MT y cuadros modulares de baja tensión | 103 |
| 4.1. Cortacircuitos fusibles de expulsión-seccionadores (expulsion fuses cut-out) | 105 |
| 4.1.1. Partes características | 105 |
| 4.1.2. Descripción | 107 |
| 4.1.3. Valores característicos | 109 |
| 4.1.4. Curva característica | 111 |
| 4.1.5. Selección de la corriente asignada | 112 |
| 4.1.6. Fusibles de ballesta | 113 |
| 4.2. Seccionalizador | 115 |
| 4.2.1. Definición | 115 |
| 4.2.2. Utilización | 115 |
| 4.2.3. Partes características | 117 |
| 4.2.4. Principales características de un seccionalizador unipolar | 118 |
| 4.2.5. Diagramas de funcionamiento | 118 |
| 4.2.6. Selección de un seccionalizador | 121 |
| 4.3. Load Buster | 121 |
| 4.4. Fusibles limitadores de corriente para MT | 122 |
| 4.4.1. Partes características de un fusible limitador de corriente de MT .. | 126 |
| 4.4.2. Fusibles con percutor térmico | 128 |
| 4.4.3. Curvas características | 129 |
| 4.4.4. Valores característicos | 131 |
| 4.4.5. Selección de un fusible para la protección de transformadores | 132 |
| 4.4.6. Montaje de fusibles en las celdas prefabricadas del tipo protección con fusible | 135 |
| 4.4.7. Fusible limitador Fault Tamer | 137 |
| 4.4.8. Limitador de corriente Is | 138 |
| 4.5. Guía de aplicación para la selección de fusibles de MT destinados a utilizarse en circuitos con transformadores | 151 |
| 4.5.1. Protección de transformadores | 151 |
| 4.5.2. Característica tiempo/corriente de los fusibles. Coordinación | 153 |
| 4.5.3. Reglas de coordinación de un conjunto interruptor-fusible | 154 |
| 4.5.4. Selección según la clase y la corriente mínima de corte | 155 |
| 4.6. Selección y adaptación del calibre de los fusibles de MT para centros de transformación | 157 |
| 4.7. Cuadros modulares de baja tensión | 160 |
| 4.7.1. Cuadro de distribución modular de baja tensión para CT de compañía | 161 |
| 4.7.2. Cuadro de baja tensión optimizado para redes de distribución pública | 171 |
| 4.7.3. Cuadro modular de baja tensión para CT de abonado | 172 |

| | |
|---|------------|
| 4.7.4. Armarios de reparto de baja tensión..... | 181 |
| 4.7.5. Cuadro de baja tensión para CT de intemperie..... | 181 |
| 4.7.6. Cuadro de BT con interruptor-seccionador con fusibles..... | 188 |
| 5 Relés de protección..... | 191 |
| 5.1. Defini n..... | 193 |
| 5.2. Funcionamiento de un relé..... | 193 |
| 5.3. Tarado de relés de sobreintensidad de CT..... | 199 |
| 5.4. Coordinación de relés de protección con fusibles..... | 201 |
| 5.5. Sistemas autónomos de protección..... | 202 |
| 5.5.1. RPTA..... | 202 |
| 5.5.2. RPGM..... | 210 |
| 5.5.3. Relé IPA..... | 220 |
| 5.6. Protección de transformadores por imagen térmica..... | 221 |
| 5.6.1. Relé de imagen térmica..... | 222 |
| 5.6.2. Límites de funcionamiento de emergencia..... | 222 |
| 5.6.3. Ajustes del relé..... | 223 |
| 5.7. Disyuntor de poste..... | 224 |
| 5.7.1. Bloque desconectador. Relé de imagen térmica..... | 226 |
| 5.7.2. Características técnicas del disyuntor..... | 226 |
| 5.7.3. Características técnicas del bloque desconectador..... | 228 |
| 5.7.4. Utilización..... | 229 |
| 5.7.5. Indicador de carga..... | 230 |
| 6 Protecciones propias de los transformadores..... | 235 |
| 6.1. Protección de los transformadores contra sobretemperatura..... | 237 |
| 6.1.1. Relé Buchholz..... | 239 |
| 6.1.2. Detector de gas, presión y temperatura..... | 242 |
| 6.1.3. Termómetro..... | 246 |
| 6.1.4. Indicador de temperatura de bobinados..... | 249 |
| 6.1.5. Termostato..... | 249 |
| 6.1.6. Sonda térmica..... | 250 |
| 6.2. Protección contra las sobrepresiones..... | 255 |
| 6.3. Indicador de nivel..... | 256 |
| 6.4. Desecador de aire..... | 257 |
| 6.5. Caja auxiliar de bornas..... | 259 |
| 6.6. Conmutador de tensión..... | 260 |
| 6.7. Chimenea de expansión..... | 263 |
| 6.8. Protección diferencial..... | 264 |
| 6.9. Ejemplo de protección integral de un transformador..... | 265 |

Centros de transformación

| | |
|--|-----|
| 6.10. Ventilación de los CT..... | 266 |
| 6.10.1. Renovación de aire | 266 |
| 6.10.2. Recomendaciones..... | 267 |
| 6.11. Protección contra incendios en los CT..... | 270 |
| 6.12. Alumbrado, señalización y material de seguridad | 272 |
| 6.13. Insonorización y medidas antivibratorias..... | 274 |
| 6.14. Prevención de incendios forestales en centro de transformación intemperie sobre apoyo | 274 |

7 Puesta a tierra y protección contra sobretensiones...

| | |
|--|-----|
| 7.1. Puesta a tierra en los centros de transformación | 279 |
| 7.1.1. Introducción..... | 279 |
| 7.1.2. Sistemas de puesta a tierra. Método UNESA | 285 |
| 7.1.3. Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto | 291 |
| 7.1.4. Recomendaciones para las instalaciones de puesta a tierra..... | 295 |
| 7.1.5. Ejemplos de circuitos de puesta a tierra en centros de transfor- mación prefabricados de AT/BT | 298 |
| 7.2. Protección contra sobretensiones..... | 300 |
| 7.2.1. Elementos de protección | 301 |

8 Telemando

| | |
|--|-----|
| 8.1. Telecontrol de la red de media tensión. Unión-Fenosa | 313 |
| 8.1.1. Sistemas de comunicaciones | 313 |
| 8.1.2. Equipos para interior | 314 |
| 8.2. Telecontrol de centros de transformación de interior. Iberdrola | 321 |
| 8.2.1. Instalación..... | 323 |
| 8.2.2. Instalación de las diferentes funciones | 324 |
| 8.2.3. Instalación del equipo de alimentación | 327 |
| 8.2.4. Montaje de equipos | 328 |
| 8.3. Controlador de celdas programable (CCP) | 330 |
| 8.3.1. Descripción general..... | 330 |

Anexos

| | |
|---|-----|
| A.1. Montaje de centros de transformación sobre apoyo metálico con elementos de mando y protección | 337 |
| A.2. Fusibles de protección..... | 340 |

| | |
|---|------------|
| A.3. Esquemas eléctricos de los montajes característicos de los elementos de mando y protección de CT de interior | 343 |
| A.4. Tipos de conexiones a la red de distribución. ENDESA..... | 357 |
| A.5. Selectividad en centros de transformación de MT/BT. Protección mediante interruptores automáticos | 367 |
| A.6. Centros de transformación prefabricados de MT/BT. Defectos internos... | 370 |
| A.7. Simbología típica. Código ANSI..... | 372 |
| A.8. Relé de protección SEPAM..... | 373 |
| A.8.1. Módulos opcionales de la unidad básica del SEPAM serie 80 | 373 |
| A.8.2. Aplicaciones de transformador | 375 |
| A.9. Enclavamientos | 379 |
| Bibliografía..... | 383 |