
Índice

| | |
|---|----|
| Agradecimientos | 5 |
| Resumen | 7 |
| Resum | 9 |
| Summary | 11 |
| Acrónimos | 13 |
| Índice | 15 |
| Índice de tablas | 35 |
| 1. Introducción | 39 |
| 1.1. Breve introducción histórica..... | 39 |
| 1.2. Antecedentes y motivación..... | 45 |
| 1.3. Objetivos y esquema de la tesis. | 46 |
| 2. Estado del arte..... | 49 |
| 2.1. Las descargas parciales. Naturaleza y detección..... | 49 |
| 2.1.1. Breve descripción | 49 |
| 2.1.2. Campo eléctrico en el interior de la materia..... | 51 |
| 2.1.3. Clasificación de las descargas parciales..... | 54 |
| 2.1.4. Tipos de medidas de descargas parciales..... | 58 |
| 2.2. Medidas eléctricas de descargas parciales..... | 62 |
| 2.2.1. Circuitos de medida de detección eléctrica. | 62 |
| 2.2.2. Carga aparente. | 64 |
| 2.2.3. Medidas convencionales. | 66 |

| | |
|---|-----|
| 2.2.3.1. Ancho de banda..... | 68 |
| 2.2.3.2. Calibración..... | 70 |
| 2.2.3.3. Obtención de patrones..... | 74 |
| 2.2.3.4. Caracterización de patrones..... | 78 |
| 2.2.4. Medidas no convencionales..... | 83 |
| 2.2.4.1. La propagación de las descargas parciales en cables. Reflectometría..... | 84 |
| 2.2.4.2. Agrupamiento de las descargas parciales. Formación de clusters..... | 90 |
| 2.2.4.3. Procedimiento de ensayo..... | 95 |
| 2.2.5. Problemática..... | 97 |
| 3. Análisis de la evaluación de la carga aparente con pseudo-integradores (método convencional)..... | 101 |
| 3.1. Introducción..... | 101 |
| 3.2. Método convencional..... | 103 |
| 3.2.1. Descripción del método convencional..... | 103 |
| 3.2.2. Procedimiento para la evaluación de la carga..... | 107 |
| 3.2.3. Evaluación de la carga con pseudo-integradores..... | 110 |
| 3.3. Definición de tipos de pulso..... | 117 |
| 3.4. Análisis por cálculo numérico..... | 124 |
| 3.4.1. Descripción del análisis..... | 124 |
| 3.4.2. Expresión de la incertidumbre en el proceso de evaluación de la carga..... | 128 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.4.3. | Determinación del orden óptimo de un filtro pseudo-integrador. | 130 |
| 3.4.4. | Influencia de la frecuencia de corte del sistema de medida. Sistema de medida como filtro pasa-alto de orden 2. | 135 |
| 3.4.5. | Influencia de la frecuencia de corte del sistema de medida. Sistema de medida como filtro pasa-alto de orden 4. | 142 |
| 3.5. | Conclusiones. | 149 |
| 4. | Análisis de la evaluación de la carga aparente con sistemas de medida de gran ancho de banda (método no convencional). | 153 |
| 4.1. | Introducción. | 153 |
| 4.2. | Generalidades. | 153 |
| 4.3. | Método no convencional. | 156 |
| 4.3.1. | Análisis de la problemática de la medida de la carga. | 156 |
| 4.3.2. | Propuesta de metodologías para la evaluación de la carga: definición de la constante de calibración. | 166 |
| 4.4. | Comparación de los métodos de evaluación de la carga. | 168 |
| 4.4.1. | Análisis para sistemas de medida de orden 2. | 170 |
| 4.4.2. | Análisis para sistemas de medida de orden 4. | 181 |
| 4.5. | Conclusiones. | 192 |
| 5. | Sistemas de medida: el sensor y el circuito de medida. | 195 |
| 5.1. | Introducción. | 195 |
| 5.2. | El sensor inductivo. | 196 |
| 5.2.1. | Ganancia y ancho de banda del sensor inductivo. | 196 |
| 5.2.2. | Determinación experimental de la respuesta en frecuencia. | 199 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 5.3. | El sensor capacitivo. | 202 |
| 5.3.1. | Topologías y problemática asociada..... | 202 |
| 5.3.1.1. | Influencia de los armónicos en la frecuencia de corte inferior..... | 202 |
| 5.3.1.2. | Sensores pasa-todo..... | 204 |
| 5.3.1.3. | Sensores sintonizados. Sensores paso-alto RLC..... | 206 |
| 5.3.1.4. | Sensores pasa-altos. Sensores RC..... | 209 |
| 5.3.2. | Propuesta de sensor capacitivo..... | 210 |
| 5.3.2.1. | Construcción de un sensor de gran ancho de banda..... | 212 |
| 5.3.2.2. | Determinación de la respuesta en frecuencia..... | 214 |
| 5.3.2.3. | Análisis de la relación entre la incertidumbre en la determinación de la carga y el ancho de banda..... | 215 |
| 5.4. | Influencia del cable bajo ensayo sobre el sistema de medida. | 217 |
| 5.4.1. | Modelo del cable de media tensión..... | 217 |
| 5.4.2. | Influencia del cable sobre la medida con sensores acoplados por campo eléctrico..... | 221 |
| 5.4.3. | Influencia del cable sobre la medida con sensores acoplados por campo magnético..... | 223 |
| 5.5. | Conclusiones..... | 227 |
| 6. | Medidas experimentales..... | 229 |
| 6.1. | Medidas experimentales con calibrador..... | 229 |
| 6.1.1. | Determinación de la impedancia característica del cable..... | 231 |

| | |
|---|-----|
| 6.1.2. Medidas con dispositivo de medida acoplado por campo magnético..... | 233 |
| 6.1.3. Medidas con dispositivo de medida acoplado por campo eléctrico..... | 239 |
| 6.2. Medidas experimentales en alta tensión con fuente resonante : propuesta de dispositivo de medida con sensor capacitivo. | 241 |
| 6.2.1. Descripción y medidas con tensiones inferiores a $24kV_{rms}$ | 241 |
| 6.2.2. Aplicación particular: resolución de indeterminación en la localización de pulsos producidos en extremos..... | 253 |
| 7. Conclusiones y trabajos futuros. | 255 |
| 7.1. Conclusiones..... | 255 |
| 7.2. Trabajos futuros. | 259 |
| Apéndice A. Expresión de la incertidumbre..... | 263 |
| Bibliografía..... | 269 |
| Publicaciones | 275 |
| Patentes | 277 |