

Tabla de Contenido

Introducción	1
1. Tipos de Subestación según su Aislación.	4
1.1. Descripción de Subestaciones Aisladas en Aire (AIS)	5
1.2. Descripción de Subestaciones Aisladas en Gas (GIS)	5
1.3. Elección de Topología de Subestación para Comparación	8
1.3.1. Descripción de Equipos Primarios AIS	9
1.3.2. Descripción Equipos Primarios GIS	9
1.3.3. Sistemas Auxiliares	12
1.3.4. Determinación de Superficie para Solución AIS	14
1.3.5. Tiempos de Mantenimiento	17
1.3.6. Riesgos	17
1.4. Análisis de Precios	18
1.5. Recomendación sobre tipo de tecnología AIS vs GIS	19
1.6. Planilla Macros para cálculos comparativos de costos y áreas AIS y GIS.	23
2. Aspectos Principales de Diseño de una Subestación	25
2.1. Tipos de Subestaciones según su configuración	26
2.1.1. Barra Simple	27
2.1.2. Barra Simple Seccionada	27
2.1.3. Barra Simple más Barra de Transferencia	28
2.1.4. Barra Simple Seccionada más Barra de Transferencia	28
2.1.5. Barra Doble	29
2.1.6. Barra Doble más Barra de Transferencia	29
2.1.7. Anillo	30
2.1.8. Doble Barra y Doble Interruptor	31
2.1.9. Interruptor y Medio	32
2.2. Plano Unilineal	32
2.2.1. Simbología	33
2.2.2. Nomenclatura de Equipos	34
2.2.3. Requisitos mínimos para diagramas unilineales funcionales	39
2.3. Características Técnicas de Equipos Primarios de Patio	42
2.3.1. Exigencias generales de equipos primarios de patio	43
2.3.2. Transformadores de Poder	43
2.3.3. Interruptor de Poder	45
2.3.4. Barras y Cables Desnudos	47

2.3.5.	Desconectador	48
2.3.6.	Transformador de Corriente	51
2.3.7.	Transformador de Potencial	53
2.3.8.	Pararrayos	54
2.3.9.	Trampa de Onda	57
2.3.10.	Condensador de Acoplamiento	58
2.3.11.	Aislador de Pedestal	58
2.3.12.	Terminales de conexión GIS	59
2.4.	Planos de Disposición física de equipos de patio	61
2.4.1.	Planos de Disposición Subestaciones AIS	62
2.4.2.	Planos de Disposición Subestación GIS	64
2.5.	Conexión aérea de equipos de patio	65
2.5.1.	Conexión entre equipos de patio AIS	65
2.5.2.	Conexión a barras	67
2.5.3.	Conexión entre equipos GIS y AIS	70
2.6.	Sistemas de Control y Protecciones	71
2.6.1.	Generalidades de sistemas de control	71
2.6.2.	Sistema de control centralizado y distribuido	73
2.6.3.	Generalidades de sistemas de protecciones	76
2.6.4.	Esquema de falla de interruptor (50 BF)	79
2.6.5.	Protección de Transformadores de Poder	79
2.6.6.	Protección de Barras	80
2.6.7.	Protección de Líneas	82
2.7.	Sistemas de Telecomunicaciones y Vigilancia	84
2.7.1.	Comunicaciones dentro de la subestación	84
2.7.2.	Comunicaciones fuera de la subestación	85
2.7.3.	Sistema de Televigilancia	87
2.8.	Cálculos de Distancia de Seguridad	87
2.8.1.	Distancias Mínimas en el Aire	88
2.8.2.	Distancia de seguridad	89
2.8.3.	Distancias para dimensionamiento de subestación	93
2.9.	Consideraciones de Diseño Anti-Sísmico	101
2.9.1.	Criterios de Diseño Sísmico según norma ETG 1.020	102
2.9.2.	Espectro de Respuesta Lineal	102
2.9.3.	Factores de Seguridad	104
2.9.4.	Clasificación estructural	104
2.9.5.	Métodos de calificación sísmica	105
2.9.6.	Memoria de cálculo sísmico de equipos eléctricos	110
2.10.	Consideraciones de Diseño Edificio de Control	111
2.10.1.	Sistema de detección y combate de incendios de la Subestación	112
2.11.	Malla de Tierra	114
2.11.1.	Medidas y Cálculo de resistividad de terreno	114
2.11.2.	Diferencias de potencial en puesta a tierra	116
2.11.3.	Consideraciones generales de diseño de malla de tierra	118
2.11.4.	Malla de tierra para el caso GIS	121
2.11.5.	Ejemplo de cálculo malla de tierra subestación.	122
2.12.	Subestaciones tipo Rectificadoras CA/CC para Transmisión en CC (HVDC)	129

2.13. Normativas Eléctricas	134
3. Aspectos Principales de Proyecto de una Subestación	136
3.1. Guía de Diseño para el desarrollo de un proyecto de Subestación AT	136
3.1.1. Plan Maestro de una Subestación	137
3.2. Etapas de un proyecto de Subestación AT	140
3.3. Bases de Licitación	142
3.3.1. Instrucción a los proponentes	143
3.3.2. Bases administrativas	145
3.3.3. Especificaciones técnicas	145
3.3.4. Bases de medición y pago	146
3.4. Tipos de Contrato	147
3.4.1. Ventajas y Desventajas de un contrato tipo EPC	148
3.5. Consideraciones para el Desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental	150
3.5.1. Mitigación y prevención de Impacto Ambiental de una subestación	152
3.6. Construcción de una Subestación AT	153
3.7. Subestación Seccionadora versus Subestación Elevadora	157
3.7.1. Diferencias Topológicas y Constructivas	159
3.8. Montaje y Pruebas de Montaje	162
3.8.1. Verificaciones y Pruebas de Montaje de Equipos Primarios	163
3.9. Pruebas de Puesta en Servicio	166
3.9.1. Pruebas de Aceptación de Fábrica y Pruebas de Aceptación del Sitio	166
3.9.2. Información Técnica de Instalaciones y Equipamiento	172
3.9.3. Autorización de entrada en operación	174
3.10. Mantenimiento de Subestaciones AT	176
3.10.1. Estrategia de Mantenimiento	177
3.10.2. Monitoreo de la condición de la subestación	177
3.10.3. Principales causas de fallas en subestaciones eléctricas	178
3.11. Nueva Tecnología de Diseño mediante Comunicaciones Digitales en Subestaciones AT	180
4. Conclusiones y Recomendaciones	183
Siglas	185
Glosario	188
Bibliografía	191
Anexos	196