

INDICE

1. INTRODUCCION.	5
2. CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES	6
2.1.- PARTES QUE COMPRENDE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	7
2.1.1.- TOMAS DE TIERRA	8
2.1.2.- LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA	9
2.1.3.- DERIVACIONES DE LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA	9
2.1.4.- CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	11
2.2.- ELECTRODOS	14
2.2.1.- TIPOS DE ELECTRODOS	15
2.2.1.1.- ELECTRODOS ARTIFICIALES	15
2.2.1.1.1.- PICAS VERTICALES	15
2.2.1.1.2.- PLACAS ENTERRADAS	16
2.2.1.1.3.- CONDUCTORES ENTERRADOS HORIZONTALMENTE	18
2.2.1.2.- ELECTRODOS NATURALES	19
2.3.- EL TERRENO	20
2.3.1.- FACTORES PRINCIPALES QUE INFLUYEN EN LA RESISTIVIDAD DE UN TERRENO	22
2.4.- RESISTENCIA DE TIERRA DEL ELECTRODO	24
3. DEFINICIONES RELACIONADAS CON LA PUESTA A TIERRA	26
4. PUESTA A TIERRA. ANÁLISIS Y CÁLCULO DE LA RESISTENCIA Y POTENCIALES CREADOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ELECTRODO.	32
4.1.- TENSIÓN DE PASO Y DE CONTACTO.	36
4.2.- ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA CON PICAS METÁLICAS.	39

4.3.- CONDUCTOR ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD H DISPUESTO HORIZONTALMENTE.	47
4.4.- SISTEMA DE UNA TOMA DE TIERRA COMPUESTA POR DOS ELECTRODOS.	50
4.5.- PUESTA A TIERRA COMPUESTA POR N ELECTRODOS PUNTUALES DE IGUALES CARACTERÍSTICAS CONECTADOS EN PARALELO CON CONDUCTOR AISLADO.	54
4.6.- SISTEMA DE PICAS EN PARALELO UNIDAS MEDIANTE CABLE HORIZONTAL DESNUDO ENTERRADAS A UNA PROFUNDIDAD H	58
4.7.- TENSIÓN DE PASO Y DE CONTACTO.	61
5. AMPACIDAD DE LOS ELECTRODOS	62
6. LA CORROSIÓN SUBTERRÁNEA	63
6.1.- FORMAS USUALES DE PROTECCIÓN DEL ACERO.	67
6.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES MATERIALES PARA SER UTILIZADOS COMO ELECTRODOS.	68
7. MÉTODO DE CÁLCULO Y PROYECTO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE TERCERA CATEGORÍA.	72
7.1.- PRESCRIPCIONES GENERALES	72
7.1.1.- SEGURIDAD DE LAS PERSONAS.	73
7.1.2.- SOBRETENSIONES ADMISIBLES PARA LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	77
7.2.- OBJETIVOS A CONSEGUIR DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.	81
7.3.- PROCEDIMIENTO DE CALCULO.	82
7.3.1.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DONDE SE	

ESTABLECE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	83
7.3.1.1.- RESISTIVIDAD DEL TERRENO	83
7.3.1.2.- MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD. FUNDAMENTO.	83
7.3.1.3.- MÉTODO DE WENNER PARA MEDIR LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.	85
7.3.2.- CONSIDERACIONES SOBRE LAS INTENSIDADES DE DEFECTO QUE SE PUEDEN PRODUCIR EN LA RED DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA.	88
7.3.2.1 .- VALORES LÍMITE MÍNIMOS PARA LA ACTUACIÓN DE LAS PROTECCIONES.	89
7.3.2.2.- VALORES MÁXIMOS DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO.	90
7.3.2.3.- CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO.	90
7.3.2.4.- PROTECCIONES DE FALLOS A TIERRA. TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	95
7.3.2.5.- TIEMPOS MÁXIMOS DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	97
7.3.3.- DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	100
7.3.3.1.- OBSERVACIONES.	104
7.3.3.2.- MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS TENSIONES DE CONTACTO.	105
8. PROTECCIONES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.	108
8.1.- PRESCRIPCIONES GENERALES.	108
8.2.- ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.	108
8.2.1.- ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN TT.	110
8.2.2.- ESQUEMA TN.	111
8.2.3.- SISTEMA IT.	112
8.3.- DETERMINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DE UNA INSTALACIÓN PARA SEGURIDAD DE PERSONAS.	112
8.3.1.- CONSIDERACIONES SOBRE SEGURIDAD DE PERSONAS. PROTECCIÓN DE CONTACTOS INDIRECTOS CON NEUTRO CONECTADO A TIERRA.	122
8.3.2.- PROTECCIÓN ACTIVA EN EL RÉGIMEN TT. FUNDAMENTO INTERRUPTOR DIFERENCIAL.	128
8.3.2.1.- SENSIBILIDAD DE I.D.	129

8.3.2.2.- TIEMPO DE APERTURA DE UN INT. DIFERENCIAL.	130
8.3.2.3.- EMPLAZAMIENTO DE LA PROTECCIÓN DIFERENCIAL	132
8.3.2.4.- SELECTIVIDAD VERTICAL.	134
8.3.3.- PROTECCIÓN ACTIVA EN RÉGIMEN DEL NEUTRO TN	136
8.3.3.1.- DETERMINACIÓN APROXIMADA DE LA IMPEDANCIA DEL CIRCUITO DE DEFECTO Z_c	139
8.3.3.2.- ELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN ACTIVA	140

9. ANEXOS.