

Lista de figuras

	<i>Pagina</i>
Figura 2.1. Circuito equivalente de conductor corto.....	4
Figura 2.2. Línea con constantes distribuidas.	5
Figura 2.3. Circuito equivalente líneas largas (Pi).....	6
Figura 2.4. Circuito equivalente líneas medias.....	7
Figura 2.5. Circuito equivalente líneas cortas.....	7
Figura 2.6. Tensión en el Relé de Distancia para una Falla en la Línea.....	15
Figura 2.7 El proceso de muestreo.....	17
Figura 2.8. Relés con característica Impedancia, Mho y Lenticular.....	19
Figura 2.9. Relés de Distancia con Característica de Reactancia.....	19
Figura 2.10. Filtros de Butterworth de varios órdenes.....	24
Figura 3.1. Tipos de conductores.....	27
Figura 3.2. Características de construcción de Conductor ACSR.....	27
Figura 3.3. Aisladores de suspensión de Porcelana.....	28
Figura 3.4. Aisladores de suspensión Vidrio templado.....	28
Figura 3.5. Estructuras mas usadas en líneas de transmisión.....	29
Figura 3.6. Fundaciones de tierra.....	29
Figura 3.7. Sección transversal de un conductor mostrando dos de sus filamentos.....	31
Figura 3.8. Línea monofásica para el análisis de capacitancias.....	34
Figura 3.9. Esquema de la transposición completa de una línea de transmisión.....	35
Figura 3.10. ATPDraw ventana que muestra la mayoría de los componentes predefinidos.....	36
Figura 3.11. Estructura de la línea de transmisión.....	38
Figura 3.12. Representación de la línea de transmisión.....	38
Figura 3.13. Información del modelo de línea en el programa ATP.....	39
Figura 3.14. Información del modelo de los alimentadores en el programa ATP.....	40
Figura 3.15. Configuración de las fases e hilo de guarda en Atp Draw.....	42
Figura 3.16. Partes de las que esta conformado un transformador de corriente...	43
Figura 3.17. Diagrama unifilar simplificado para un transformador de corriente.....	43
Figura 3.18. Partes de las que esta conformado un transformador de corriente...	44
Figura 3.19. Transformadores con capacitor de acoplamiento.....	45
Figura 3.20. Diagrama unifilar simplificado para un transformador de potencial.	46
Figura 3.21. Modelado de los TC en el programa Atp Draw.....	47

Figura 3.22.	Ventana de Datos del Transformador de Corriente en el software ATP Draw.....	48
Figura 3.23.	Ventana de Datos de la Característica de Saturación del TC.....	48
Figura 3.24.	Ventana de Datos de la Carga del TC.....	50
Figura 3.25.	Modelado de los Tp`s en el programa Atp Draw.....	50
Figura 3.26.	Ventana de Datos del Transformador de Corriente en el software ATPDraw.....	51
Figura 3.27.	Ventana de Datos del Capacitor 1 del Transformador de Potencial en el software ATP Draw.....	52
Figura 3.28.	Ventana de Datos del capacitor 2 del Transformador de Potencial en el software ATPDraw.....	53
Figura 3.29.	Ventana de Datos de la Carga en el secundario del Transformador de Potencial en el software ATPDraw.....	53
Figura 3.30.	Modelo de la carga en el software ATPDraw.....	54
Figura 3.31.	Ventana de datos para la carga en el software AtpDraw.....	54
Figura 3.32.	Modelo de equivalente de corto circuito 1 en el software ATP Draw.....	55
Figura 3.33.	Ventana de datos para el equivalente de cortocircuito 1 en el software Atp Draw.....	56
Figura 3.34.	Modelo de equivalente de corto circuito 2 en el software ATP Draw.....	56
Figura 3.35.	Ventana de datos para el equivalente de corto circuito 2 en el software Atp Draw.....	57
Figura 3.36.	Modelo del generador 1 en el software ATP Draw.....	57
Figura 3.37.	Ventana de datos para el generador 1 en el software Atp Draw.....	58
Figura 3.38.	Modelo del generador 2 en el software ATP Draw.....	58
Figura 3.39.	Ventana de datos para el generador 2 en el software Atp Draw.....	59
Figura 3.40.	Modelo de la línea de transmisión con falla monofásica a 30 KM...	60
Figura 3.41.	Ventana de datos para la cuchilla de puesta a tierra en el software Atp Draw.....	60
Figura 3.42.	Ventana de datos para la configuración del tiempo de simulación y muestras por segundo en ATPDraw.....	61
Figura 3.43.	Voltaje para la falla monofásica en Atp Draw.....	62
Figura 3.44.	Corriente para la falla monofásica en Atp Draw.....	62
Figura 4.1.	Modelo de un circuito serie R-L de una línea de transmisión.....	63
Figura 4.2.	Análisis de una función para la solución de la ecuación diferencial.	65
Figura 4.3.	Código en Matlab para importar graficas de .pl4 a .mat.....	68
Figura 4.4.	Modelo de la línea de transmisión con unidades medición de corriente y voltaje para análisis con carga.....	69
Figura 4.5.	Voltaje obtenido de la línea de transmisión en la simulación en ATP Draw.....	69
Figura 4.6.	Voltaje obtenido de la línea de transmisión en el programa Matlab.	70
Figura 4.7.	Valor base obtenido del la ecuación diferencial para el coeficiente kl.....	71

Figura 4.8.	Valor base obtenido del la ecuación diferencial para el coeficiente kr	72
Figura 4.9.	Modelo del corto circuito al 10% de la línea de transmisión.....	73
Figura 4.10.	Estimado de la distancia al 10% de la línea de transmisión con carga y sin filtro.....	74
Figura 4.11.	Modelo del corto circuito al 50% de la línea de transmisión.....	75
Figura 4.12.	Estimado de la distancia al 50% de la línea de transmisión sin filtro.	75
Figura 4.13.	Modelo del corto circuito al 90% de la línea de transmisión.....	76
Figura 4.14.	Estimado de la distancia al 90% de la línea de transmisión sin filtro.....	76
Figura 4.15.	Filtro de Butterworth de orden 5.....	78
Figura 4.16.	Estimado de la distancia al 10% de la línea de transmisión con filtro de Butterworth.....	80
Figura 4.17.	Estimado kl de la distancia al 10% de la línea de transmisión con filtro de Butterworth.....	81
Figura 4.18.	Estimado kl de la distancia al 10% de la línea de transmisión con filtro de Butterworth en los tres ciclos después de la falla.	82
Figura 4.19.	Estimado kl de la distancia al 10% de la línea de transmisión con filtro de Butterworth después de tres ciclos de ocurrida la falla.....	82
Figura 4.20.	Estimado de la distancia al 50% de la línea de transmisión filtro de Butterworth.....	83
Figura 4.21.	Estimado kl de la distancia al 50% de la línea de transmisión filtro de Butterworth con menos de tres ciclos de ocurrida la falla.....	83
Figura 4.22.	Estimado de la distancia al 90% de la línea de transmisión filtro de Butterworth.....	84
Figura 4.23.	Modelo de la línea de transmisión con unidades medición de corriente y voltaje para análisis con carga.....	85
Figura 4.24.	Estimado de la distancia al 10% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro.....	85
Figura 4.25.	Estimado de la distancia al 50% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro.....	86
Figura 4.26.	Estimado de la distancia al 90% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro.	86
Figura 4.27.	Estimado de la distancia al 10% de la línea de transmisión con filtro de Butterworth sin carga.....	87
Figura 4.28.	Estimado de la distancia al 50% de la línea de transmisión con filtro de Butterworth sin carga.....	87
Figura 4.29.	Estimado de la distancia al 90% de la línea de transmisión con filtro de Butterworth sin carga.....	88
Figura 4.30.	Comparación de la simulación con y sin filtro de Butterworth.....	88
Figura 5.1.	Análisis del estimado KR al 10% de la línea de transmisión con carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	89
Figura 5.2.	Análisis del estimado KR al 10% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	90
Figura 5.3.	Análisis del estimado KL al 10% de la línea de transmisión con	

	carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	90
Figura 5.4.	Análisis del estimado KL al 10% de la línea de transmisión con carga y sin filtro en los 6 primeros ciclos de falla.....	90
Figura 5.5.	Análisis del estimado KL al 10% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	91
Figura 5.6.	Análisis del estimado KL al 10% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro en los 6 primeros ciclos de falla.....	91
Figura 5.7.	Análisis del estimado KR al 50% de la línea de transmisión con carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	92
Figura 5.8.	Análisis del estimado KR al 50% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	92
Figura 5.9.	Análisis del estimado KL al 50% de la línea de transmisión con carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	92
Figura 5.10.	Análisis del estimado KL al 50% de la línea de transmisión con carga y sin filtro en los 6 primeros ciclos de falla.....	93
Figura 5.11.	Análisis del estimado KL al 50% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	93
Figura 5.12.	Análisis del estimado KR al 90% de la línea de transmisión con carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	93
Figura 5.13.	Análisis del estimado KR al 90% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	94
Figura 5.14.	Análisis del estimado KL al 90% de la línea de transmisión con carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	94
Figura 5.15.	Análisis del estimado KL al 90% de la línea de transmisión sin carga y sin filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	94
Figura 5.16.	Análisis del estimado KR y KL al 10% de la línea de transmisión con carga y con filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	95
Figura 5.17.	Análisis del estimado KR y KL al 10% de la línea de transmisión con carga y con filtro en los 6 primeros ciclos de falla.....	95
Figura 5.18.	Análisis del estimado KR y KL al 50% de la línea de transmisión con carga y con filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	96
Figura 5.19.	Análisis del estimado KR y KL al 50% de la línea de transmisión con carga y con filtro en los 6 ciclos de falla.....	97
Figura 5.20.	Análisis del estimado KR y KL al 90% de la línea de transmisión con carga y con filtro en los 3 primeros ciclos de falla.....	98
Figura 5.21.	Análisis del algoritmo en diferentes instantes de la magnitud de voltaje.....	99
Figura 5.22.	Análisis del estimado KR y KL al 10% de la línea de transmisión con carga y con filtro en los 6 ciclos de falla en el cruce por cero...	99
Figura 5.23.	Análisis del estimado KR y KL al 50% de la línea de transmisión con carga y con filtro en los 6 ciclos de falla en el cruce por cero...	100
Figura 5.24.	Análisis del estimado KR y KL al 90% de la línea de transmisión con carga y con filtro en los 6 ciclos de falla en el cruce por cero...	100
Figura 5.25.	Análisis del estimado KR y KL al 10% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 25 Ω en los 6 ciclos de falla.....	101

Figura 5.26.	Análisis del estimado KR y KL al 10% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 50 en los 6 ciclos de falla.....	101
Figura 5.27.	Análisis del estimado KR y KL al 10% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 75 en los 6 ciclos de falla.....	102
Figura 5.28.	Análisis del estimado KR y KL al 50% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 25 en los 6 ciclos de falla.....	103
Figura 5.29.	Análisis del estimado KR y KL al 50% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 50 en los 6 ciclos de falla.....	103
Figura 5.30.	Análisis del estimado KR y KL al 50% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 75 en los 6 ciclos de falla.....	104
Figura 5.31.	Análisis del estimado KR y KL al 90% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 25 en los 6 ciclos de falla.....	105
Figura 5.32.	Análisis del estimado KR y KL al 90% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 50 en los 6 ciclos de falla.....	105
Figura 5.33.	Análisis del estimado KR y KL al 90% de la línea de transmisión con carga, filtro de Butterworth e impedancia de 75 en los 6 ciclos de falla.....	106
Figura 5.34.	Falla en el sistema de potencia bajo estudio.....	107
Figura 5.35.	Zonas de operación del relevador en línea de transmisión bajo estudio.....	107
Figura 5.36.	Código fuente para delimitación de las zonas de operación del relevador.....	108
Figura 5.37.	Diagrama R-X de las zonas de operación del relevador de impedancia en línea de transmisión bajo estudio.....	108
Figura 5.38.	Código fuente para zonas de operación del relevador.....	109
Figura 5.39.	Diagrama de bloques para zonas de operación del relevador.....	110
Figura 5.40.	Tiempo desde la detección de la falla hasta la apertura del interruptor.....	111
Figura 5.41.	Operación y detección para una falla simulada al 10% con la característica de impedancia.....	112
Figura 5.42.	Operación y detección para una falla simulada al 50%.....	113
Figura 5.43.	Operación y detección para una falla simulada al 90%.....	113
Figura 5.44.	Detección para una falla fuera de la zona protegida.....	114
Figura A.1.	Ventana acerca de Matlab.....	118
Figura A.2.	Resultado del código fuente “estimado de la distancia al 10% de la línea de transmisión con filtro de Butterworth”.....	120
Figura A.3.	Código fuente “obtención numérica de las zonas”.....	121
Figura A.4.	Código fuente “obtención numérica de las zonas y el estimado al	

	punto fallado”	122
Figura A.5.	Código fuente “obtención grafica de las zonas de operación del relevador”	122
Figura A.6.	Resultado del Código fuente “obtención grafica de las zonas de operación del relevador”	122