

Instituto Tecnológico de Morelia

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

PROGRAMA DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Análisis de Confiabilidad de Sistemas Eléctricos de Distribución Considerando Tasa de Falla Constante y Variante en el Tiempo

T E S I S

que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica

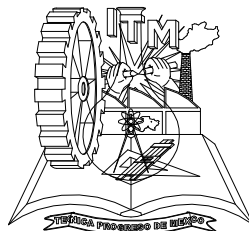
Presenta

Jorge Sosa Sales

Asesor

Dr. Francisco Rivas Dávalos

Morelia, Michoacán. Noviembre, 2009



Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica



Dirección General de Educación Superior Tecnológica

Resumen

En esta tesis, se propone un método para obtener la tasa de falla variante en el tiempo (TFR) de los componentes de sistemas eléctricos de distribución. Además, la confiabilidad de sistemas eléctricos de distribución es evaluada usando tasa de falla constante y TFR. La TFR es aproximada a la curva bañera usando la función de distribución exponencial y Weibull.

Además, la confiabilidad de un sistema eléctricos de distribución real de México es evaluado usando tasa de falla constante y TFR, extraídos de datos de fallas reales, respectivamente y los resultados de cada caso son comparados entre sí. Por consiguiente, es probado que la evacuación de confiabilidad usando la TFR es más realista que la tasa de falla constante.

Índice

Resumen	i
Abstract	ii
Índice	iii
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	ix
Glosario	xi
Capítulo 1	
Introducción.....	1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Justificación	4
1.5 Revisión bibliográfica	4
1.6 Contenido de la tesis	7
Capítulo 2	
Definición de Confiabilidad.....	9
2.1 Introducción.....	9
2.2 Definición de Confiabilidad.....	9
2.3 Ecuación General de Tasa de Falla	12
2.4 Ecuación General de la Función Confiabilidad	20
Capítulo 3	
Cálculo de confiabilidad de componentes y de sistemas.....	21
3.1 Introducción.....	21
3.2 Cálculo de confiabilidad de componentes.....	21
3.3 Análisis de Confiabilidad de Sistemas: Índices de Confiabilidad	25
3.3.1 Índices de confiabilidad orientado a consumidores	26
3.3.4 Índices de Carga.....	28
3.3.3 Índices orientados a la energía.....	29

Capítulo 4

Método de análisis de confiabilidad.....	31
4.1 Introducción.....	31
4.2 Modelado de sistemas eléctricos.....	31
4.3 Búsqueda en árboles.....	33
4.4 Método de simulación analítico.....	36
4.4.1 Pasos para determinar los índices de confiabilidad.....	37
4.5 Método Monte Carlo.....	39
4.5.1 Números aleatorios.....	39
4.5.2 Simulación de Monte Carlo.....	41
4.5.2.1 Modelo de elementos y parámetros de la simulación de Monte Carlo.....	42
4.5.2.2 Metodología para la Simulación de Monte Carlo.....	45

Capítulo 5

Casos de estudio.....	47
5.1. Introducción.....	47
5.2. Descripción de la red.....	47
5.3. Método analítico.....	49
5.3.1 Caso 1: Alimentador conectado sólidamente.....	49
5.3.2 Caso 2: Alimentador sólidamente conectado en troncales y con fusibles en ramales.....	50
5.3.3 Caso 3: Transferencia de carga.....	52
5.3.4 Caso 4: Alimentador con cuchillas en troncales y fusibles en ramales.....	55
5.4 Análisis con Monte Carlo.....	58
5.4.1 Caso 5: Alimentador conectado sólidamente.....	58
5.4.1.1 Gráficas de los índices de confiabilidad para los nodos de carga del sistema.....	58
5.4.1.2 Comparación de resultados obtenidos con simulación analítica y Monte Carlo de los índices de confiabilidad en los puntos de carga y del sistema.....	60
5.4.1.3 Gráficas de los índices de confiabilidad.....	60
5.4.1.4 Histogramas de los índices de confiabilidad.....	63
5.4.2 Caso 6: Sistema real CFE Campestre Morelia.....	67
5.4.2.1 Gráficas e histogramas de los índices de confiabilidad.....	70
5.4.3 Caso 7: Sistema Campestre Morelia con Tasa de Falla “Variante” (Análisis de desgaste de los componentes del sistemas en el periodo 1966 – 2008)....	74
5.4.3.1 Análisis de envejecimiento de los elementos de una red eléctrica.....	75

5.4.3.2	Gráfica de la tasa de falla variante de los elementos del sistema.....	79
5.4.3.3	Graficas e histogramas de los índices de confiabilidad considerando la tasa de falla variante.....	82
5.5	Índices de confiabilidad del sistema Morelia campestre con tasa de falla constante y tasa de falla variante, aplicando el método analítico.....	84
Capítulo 6		
	Conclusiones, aportaciones y trabajos futuros.....	87
6.1.	Conclusiones	87
6.2	Aportaciones	88
6.3	Trabajos futuros.....	89
	Referencias.....	91
Apéndice A		
	Funciones de distribución.....	94
A.1	Distribución Normal.....	94
A.2	Distribución Gamma	95
A.3	Distribución de Weibull	97
A.4	Distribución de Poisson.....	98
A.5	Distribución exponencial.....	99
Apéndice B		
	Análisis modelado de tasa de falla (Poisson).....	103