

Tabla de contenido

1.	Antecedentes generales.....	1
1.1.	Motivación.....	1
1.2.	Objetivos.....	1
1.2.1.	Objetivo general	1
1.2.2.	Objetivos específicos	2
1.3.	Alcances.....	2
1.4.	Estructura del informe	3
2.	Estado del arte	4
2.1.	Sistemas expertos	4
2.1.1.	Estructura [1]	4
2.1.2.	Tipos de sistemas expertos [3].....	5
2.1.3.	Ejemplos de sistemas expertos [6]	5
2.1.4.	Entrenamiento, validación y prueba [9]	6
2.2.	Casos internacionales	7
2.2.1.	Caso Argentino [10]	8
2.2.2.	Primer caso Colombia [11].....	12
2.2.3.	Segundo caso Colombia [12].....	15
2.3.	Marco Teórico	17
2.3.1.	Estudio análisis de falla EAF	17
2.3.2.	Formato COMTRADE [13]	18
2.3.3.	Software de entrenamiento	20
3.	Metodología.....	24
3.1.	Método heurístico	24
3.2.	Análisis de fallas (EAF – Coordinador Eléctrico Nacional)	26
3.3.	Simulación de fallas (DIGSILENT).....	26
3.4.	Etapa de Pre Procesamiento	27
3.5.	Manejo de datos en formato COMTRADE.....	28
3.6.	Elección de Software	28
3.7.	Generación de estadística	28
3.8.	Entrenamiento y validación de Sistema Experto.....	28
3.9.	Prueba de Sistema Experto	29
4.	Resultados y análisis.....	30
4.1.	Resultados análisis de fallas año 2016	30

4.1.1. ¿Posible mejora?.....	32
4.2. Resultados de simulaciones.....	32
4.2.1. Caso particular en línea Maitencillo – Cardones.....	38
4.2.2. ¿Posible mejora?.....	40
4.3. Resultados Pre Procesamiento.....	41
4.4. Resultados en manejo de formato COMTRADE.....	42
4.4.1. ¿Posible mejora?.....	45
4.5. Elección de Software.....	46
4.5.1. ¿Posible mejora?.....	46
4.6. Resultados generación de estadística.....	46
4.6.1. ¿Posible mejora?.....	48
4.7. Resultado entrenamiento sistema experto.....	48
4.7.1. ¿Posible mejora?.....	55
4.8. Resultados pruebas de sistema experto.....	55
4.8.1. Prueba 1.....	55
4.8.2. Prueba 2.....	56
4.8.3. Prueba 3.....	56
4.8.4. Prueba 4.....	57
4.8.5. Prueba 5.....	57
4.8.6. Prueba 6.....	58
4.8.7. Prueba 7.....	59
4.8.8. ¿Posible mejora?.....	60
5. Conclusiones.....	61
5.1. Trabajo futuro.....	62
6. Bibliografía.....	64
7. Anexos.....	66
7.1. Macros automatización sistema experto.....	66

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Diagrama lógico Sistema Experto.....	4
Ilustración 2: Conjunto de datos.....	7
Ilustración 3: Estrategia de solución.....	10
Ilustración 4: Modelo traductor.....	11
Ilustración 5: Tipos de sistemas expertos.....	13
Ilustración 6: Propuesta estrategia SE.....	13
Ilustración 7: Registros oscilográficos.....	14
Ilustración 8: Esquema metodológico sistema experto.....	26
Ilustración 9: Simulaciones de fallas por línea.....	27
Ilustración 10: Interfaz software PQDiffractor.....	43
Ilustración 11: Canales prueba 1, PQDiffractor.....	44
Ilustración 12: Corrientes de interés prueba 1, PQDiffractor.....	44
Ilustración 13: Canales prueba 2, PQDiffractor.....	45
Ilustración 14: Corrientes de interés prueba 2, PQDiffractor.....	45
Ilustración 15: Método de clasificación sistema experto.....	50
Ilustración 16: Entrenamiento falla monofásica. Fase A.....	51
Ilustración 17: Entrenamiento falla monofásica. Fase B.....	51
Ilustración 18: Entrenamiento falla monofásica. Fase C.....	52
Ilustración 19: Entrenamiento falla bifásica. Fases AB.....	52
Ilustración 20: Entrenamiento falla bifásica. Fases BC.....	53
Ilustración 21: Entrenamiento falla bifásica. Fases AC.....	53
Ilustración 22: Entrenamiento falla bifásica a tierra. Fases AB - T.....	53
Ilustración 23: Entrenamiento falla bifásica a tierra. Fases BC - T.....	54
Ilustración 24: Entrenamiento falla bifásica a tierra. Fases AC - T.....	54
Ilustración 25: Entrenamiento falla trifásica. Fases ABC.....	55
Ilustración 26: Resultado detección de falla sistema experto, prueba 1.....	56
Ilustración 27: Resultado detección de falla sistema experto, prueba 2.....	56
Ilustración 28: Resultado detección de falla sistema experto, prueba 3.....	57
Ilustración 29: Resultado detección de falla sistema experto, prueba 4.....	57
Ilustración 30: Resultado detección de falla sistema experto, prueba 5.....	58
Ilustración 31: Resultado detección de falla sistema experto, prueba 6.....	59
Ilustración 32: Resultado detección de falla sistema experto, prueba 7.....	59

Índice de tablas

Tabla 1: Elementos involucrados fallas de línea. Año 2016	30
Tabla 2: Tipo de fallas en líneas. Año 2016	31
Tabla 3: Fallas según nivel de tensión. Año 2016	31
Tabla 4: Descripción estadística Línea Charrúa - Tap El Rosal 220 [kV]. Falla fases AB –T	41
Tabla 5: Descripción estadística Línea Polpaico - Lo Aguirre 500 [kV]. Falla fase B	41
Tabla 6: Descripción estadística Línea Ancoa - Alto Jahuel 500 [kV]. Falla fases ABC	42
Tabla 7: Descripción estadística Línea Melipulli - Chiloé 220 [kV]. Falla fases AB - T	42
Tabla 8: Descripción estadística Línea Rahue - Antillanca 220 [kV]. Falla fase B	42
Tabla 9: Descripción estadística Línea Ancoa - Alto Jahuel 500 [kV]. Falla fases BC	42
Tabla 10: Descripción causas de falla por grupo	46
Tabla 11: Causa probable falla monofásica, líneas 220 y 500 [kV]	47
Tabla 12: Causa probable falla bifásica, líneas 220 y 500 [kV]	47
Tabla 13: Causa probable falla bifásica a tierra, líneas 220 y 500 [kV]	47
Tabla 14: Causa probable falla trifásica, líneas 220 y 500 [kV]	48

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Corrientes de falla línea Cerro Navia - Polpaico, 5% línea, 0 Ohm	34
Gráfico 2: Corrientes de falla línea Cerro Navia - Polpaico, 5% línea, 25 Ohm	34
Gráfico 3: Tensiones de falla línea Cerro Navia - Polpaico, 5% línea, 0 Ohm	35
Gráfico 4: Tensiones de falla línea Cerro Navia - Polpaico, 5% línea, 25 Ohm	35
Gráfico 5: Corrientes de falla línea Ancoa - Itahue, 5% línea, 0 Ohm	36
Gráfico 6: Corrientes de falla línea Ancoa - Itahue, 50% línea, 0 Ohm	36
Gráfico 7: Corrientes de falla línea Ancoa - Itahue, 95% línea, 0 Ohm	37
Gráfico 8: Corrientes de falla línea Ancoa - Charrúa, 5% línea, 0 Ohm	37
Gráfico 9: Corrientes de falla línea Ancoa - Charrúa, 50% línea, 0 Ohm	38
Gráfico 10: Corrientes de falla línea Ancoa - Charrúa, 95% línea, 0 Ohm	38
Gráfico 11: Corrientes de falla línea Maitencillo - Cardones 5% línea, 0 ohm	39
Gráfico 12: Corrientes de falla línea Maitencillo - Cardones 5% línea, 25 ohm	39
Gráfico 13: Corrientes de falla línea Maitencillo - Cardones 95% línea, 0 ohm	40
Gráfico 14: Corrientes de falla línea Maitencillo - Cardones 95% línea, 25 ohm	40