

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Alcances	3
1.4. Estructura del trabajo	3
2. Marco Teórico	4
2.1. Micro-red	4
2.1.1. Operación conectada a la red eléctrica interconectada	4
2.1.2. Operación aislada de la red interconectada	5
2.2. Protecciones eléctricas	6
2.2.1. Exigencias básicas de sistemas de protección	8
2.2.2. Dispositivos de protección	9
2.2.3. Coordinación de protecciones	13
2.3. Revisión de trabajos de laboratorio en protecciones	14
3. Metodología	16
3.1. Definición de objetivos	17
3.2. Análisis de equipos y fallas	18
3.3. Diseño de la experiencia	19
3.4. Implementación y pruebas	20
4. Implementación de la experiencia de laboratorio	22
4.1. Evaluación y ensayos de equipamiento eléctrico	22
4.1.1. Levantamiento micro-red	23
4.1.2. Familiarización de equipos de protección	24
4.1.3. Definición de funciones	25
4.1.4. Pruebas de funcionamiento para relé F35	28
4.1.5. Resultados de las pruebas de funcionamiento	32
5. Resultados de la aplicación de la experiencia de laboratorio	36
5.1. Primera aplicación	36
5.1.1. Resultados de la primera aplicación	37
5.1.2. Primera encuesta	38
5.2. Segunda aplicación	40

5.2.1. Resultados de la segunda aplicación	41
5.2.2. Segunda encuesta	42
5.3. Análisis resultados	44
6. Conclusiones	47
7. Bibliografía	49
8. Anexos	51
8.1. Manual Rele Multilin F35	51
8.2. Paper conferencia CHILECON	67
8.3. Encuesta	74
8.4. Guía primer semestre	77
8.5. Guía teórica segundo semestre	92
8.6. Guía práctica segundo semestre	103
8.7. Guía teórica final	124
8.8. Guía práctica final	137

Índice de Tablas

4.1. Comparación entre funciones de sobre corriente y baja tensión.	25
4.2. Parámetros utilizados en la prueba de sobre corriente.	33
4.3. Parámetros utilizados en la prueba de baja tensión.	33
5.1. Resultados de la sección II de la encuesta.	39
5.2. Resultados de la sección III de la encuesta.	40
5.3. Resultados de la sección II de la encuesta.	43
5.4. Resultados de la sección III de la encuesta.	43
5.5. Coeficiente alfa de Cronbach según secciones.	44

Índice de Ilustraciones

2.1. Esquema de una micro-red con sus componentes típicos.	5
2.2. Requerimientos fundamentales de un sistema eléctrico de potencia.	6
2.3. Fusible utilizado en aplicaciones de electrónica y electricidad básica.	9
2.4. Dispositivos termomagnéticos.	10
2.5. Dispositivo termomagnético con ajuste remoto.	10
2.6. Interruptor diferencial.	11
2.7. Pasos lógicos de un relé digital.	12
2.8. Coordinación para una red radial.	13
3.1. Metodología propuesta.	16
3.2. Ciclo de retroalimentación.	21
4.1. Topología micro-red presente en Laboratorio de Energía y Accionamientos.	23
4.2. Diagrama unilineal de las barras de la micro-red.	24
4.3. Portada del manual de instrucciones para relé universal F35.	24
4.4. Curva de sobre corriente típica.	27
4.5. Curva de baja tensión típica.	28
4.6. Diagrama lógico de la protección combinada.	30
4.7. Simulación RMS de las variables en conexión estrella y delta.	31
4.8. Oscilografía de las variables.	32
4.9. Reportes de falla.	33
4.10. Resultados de protección combinada.	34
4.11. Comportamiento variables en protección combinada durante conexión motor de inducción.	35
5.1. Primera guía confeccionada para experiencia de protecciones.	37
5.2. Alumnos durante primera experiencia de protecciones.	38
5.3. Guías preparadas para segunda experiencia.	41
5.4. Alumnos durante segunda experiencia de protecciones.	42
5.5. Resultados promediados según escala de Likert según encuesta.	46