

Tabla de Contenido

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Motivación | 1 |
| 1.2. Objetivos | 3 |
| 1.2.1. Objetivo General | 3 |
| 1.2.2. Objetivos específicos | 3 |
| 1.3. Alcances | 3 |
| 1.4. Estructura de trabajo | 4 |
| 2. Marco Teórico | 6 |
| 2.1. Micro-red | 6 |
| 2.1.1. Operación conectada a la red principal (On-Grid) | 7 |
| 2.1.2. Operación aislada de la red principal (Off-Grid) | 9 |
| 2.2. Protecciones | 11 |
| 2.2.1. Sistemas de protección | 11 |
| 2.2.2. Tipos de sistemas protección | 12 |
| 2.2.3. Coordinación de protecciones | 16 |
| 2.2.4. Protección adaptativa | 17 |
| 2.3. Laboratorio de Energía y Accionamientos | 19 |
| 2.3.1. Topología de Micro-red | 19 |
| 2.4. Estado del Arte y experiencias anteriores | 21 |
| 2.4.1. Trabajos anteriores | 21 |
| 2.4.2. Experiencia Internacional | 22 |
| 3. Metodología | 24 |
| 3.1. Estrategia Metodológica | 24 |
| 3.2. Trabajo Previo a Laboratorio | 26 |
| 3.2.1. Definición de Objetivos, Alcances y Revisión Bibliográfica | 26 |
| 3.2.2. Recopilación de datos de elementos de laboratorio | 26 |
| 4. Implementación en laboratorio | 27 |
| 4.1. Captura de datos a OPC cliente | 27 |
| 4.1.1. Visualización de Datos en OPC Cliente | 30 |
| 4.2. Enlace de datos desde OPC a Python | 32 |
| 4.3. Almacenamiento de datos SQLite | 33 |
| 4.4. Lógica y selección de instrucciones mediante Look Up Tables | 36 |
| 4.5. Configuraciones sobre equipos de protección | 37 |

| | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.5.1. | Establecimiento de comunicación | 38 |
| 4.5.2. | Configuración de funciones lógicas | 39 |
| 4.5.3. | Acciones asociadas a salidas virtuales | 40 |
| 4.6. | Envío y ejecución de instrucciones | 41 |
| 4.7. | Selección y preparación de pruebas | 43 |
| 4.7.1. | Prueba 1: Identificación de topología y selección de Setting Group . . | 44 |
| 4.7.2. | Prueba 2: Emulación de falla mediante motor de inducción. Caso: Micro-red conectada a red principal de energía | 45 |
| 5. | Resultados | 49 |
| 5.1. | Experiencia de activación de <i>Setting Group</i> ante cambio topológico | 49 |
| 5.1.1. | Caso 1: Sin almacenamiento de mediciones en SQL. | 49 |
| 5.1.2. | Caso 2: Con almacenamiento de mediciones en SQL. | 52 |
| 5.2. | Experiencia de falla y protección adaptativa. Caso conectado a la red principal de energía | 54 |
| 5.2.1. | Primera falla, barra 5 | 54 |
| 5.2.2. | Segunda Falla, barra 3 | 56 |
| 6. | Conclusiones | 59 |
| | Bibliografía | 62 |
| 7. | Anexos | 63 |
| 7.1. | Direcciones MODBUS utilizados | 63 |
| 7.1.1. | Multiple Feeder System F35 -UR Series | 63 |
| 7.1.2. | Power Logic ION8600 | 65 |
| 7.1.3. | Power Logic Power Meter PM750 | 66 |
| 7.2. | Código Fuente de Python | 67 |
| 7.3. | Código de SQLite | 77 |