

# Instituto Tecnológico de Morelia

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION**

**PROGRAMA DE GRADUADOS E INVESTIGACION EN INGENIERIA ELECTRICA**

## PLATAFORMA COMPUTACIONAL PARA LA SUPERVISION Y CONTROL REMOTO DE RELEVADORES

### PROYECTO DE INNOVACION

Que para obtener el grado de  
Especialista en Sistemas Eléctricos de Potencia

Presenta:

Ing. Alejandro Romero López

Director de tesis:

Dr. Guillermo Gutiérrez Alcaraz

Morelia, Michoacán, Junio, 2014

## RESUMEN

En la red troncal de 400 kV de la Comisión Federal de Electricidad, destaca uno de los principales enlaces de transmisión de energía eléctrica, el enlace del sureste hacia la zona metropolitana conformada por las líneas que a su vez enlazan a las Subestaciones Temascal, Puebla II, San Lorenzo Potencia, San Martín Potencia y Texcoco. Por este enlace fluyen volúmenes de energía superiores a los 250 MW. La importancia de este enlace se deriva precisamente de la gran cantidad de energía que transmite y por ende las cuantiosas pérdidas que se podrían presentar ante la pérdida del mismo, con la posibilidad de desarticular la red de potencia a nivel nacional.

En ese sentido los esquemas de protección juegan un papel importante en la operación confiable de la red eléctrica de potencia y para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los esquemas de protección se propone el desarrollo de una **Plataforma Computacional para la Supervisión y Control Remoto de Relevadores** en tiempo real que permite obtener a distancia y de manera directa información de los relevadores.

De esta manera mediante una consola virtual remota de acceso a relevadores se pueden obtener beneficios como es el obtener a distancia y de manera ágil y amigable información de los relevadores en tiempo real como: banderas por operación, ajustes, eventos almacenados en el registro, estado del relevador y parámetros de medición entre otros, evitando también reducción en tiempos de traslado del personal hacia las instalaciones y lo más importante, la toma de decisiones oportunas para la operación de la red antes, durante, y después de algún evento. Además, estos parámetros y registros permitirán reconstruir y simular la operación de los relevadores de acuerdo a sus ajustes y determinar en tiempo real si su operación fue o sería la adecuada ante la ocurrencia de un evento en las líneas y subestaciones eléctricas a las cuales protegen, disminuyendo con ello la posibilidad de salidas de operación de dispositivos eléctricos por una incorrecta operación de los relevadores.

## INDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>SIMBOLOGIA Y ABREVIATURAS.....</b>	<b>x</b>
<b><i>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....</i></b>	<b>1</b>
1.1 Contenido del capítulo.....	1
1.2 El Sistema Eléctrico Nacional.....	1
1.3 Los relevadores en la Continuidad y Calidad del suministro de energía eléctrica.....	5
1.4 Antecedentes.....	7
1.5 Planteamiento del problema de acceso a relevadores de protecciones.....	11
1.6 Justificación de la tesis.....	12
1.7 Objetivo de la tesis.....	14
1.8 Estructura de la tesis.....	14
<b><i>CAPÍTULO 2 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE SISTEMAS DE CONTROL SUPERVISORIO Y COMUNICACIONES.....</i></b>	<b>16</b>
2.1 Contenido del capítulo.....	16
2.2 Sistemas de Control Supervisorio.....	16
2.2.1. Prestaciones de un sistema SCADA.....	17
2.2.2. Requisitos de un sistema SCADA.....	18
2.2.3. Módulos de un sistema SCADA.....	18
2.2.4. Conceptos asociados a los sistemas SCADA.....	18
2.2.5. Sistemas de Información y Control Local de Estación (SICLE).....	21
2.3 Sistemas de Comunicaciones.....	22
2.3.1. Comunicaciones en los sistemas SCADA.....	23
2.3.2. Comunicaciones en los sistemas de la red eléctrica de potencia.....	28
2.3.3. Sistemas de Transmisión Síncronos.....	45
2.3.4. Introducción a SDH.....	46
2.3.5. El módulo de transporte síncrono.....	48
2.3.6. La estructura de multiplexación SDH.....	49
2.4 Conclusiones de capítulo.....	52
<b><i>CAPÍTULO 3 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE SISTEMAS DE PROTECCIONES Y ACCESO A RELEVADORES.....</i></b>	<b>53</b>
3.1 Contenido del capítulo.....	53
3.2 Sistemas de Protecciones.....	53
3.3. Sistemas de acceso a relevadores de esquemas de protecciones.....	70
3.3.1. Poner en modo prueba el Esquema de Medición “ARTECHE, DM9X00”.....	70
3.3.2. Leer y guardar el archivo de ajuste del Esquema de Protección 67N.....	74
3.3.3. Toma de datos generales y ajustes.....	78
3.3.4. Deshabilitar las salidas de disparo mediante software.....	80
3.3.4. Sistema de acceso a relevadores marca SEL.....	84
3.4 Conclusiones de capítulo.....	89
<b><i>CAPÍTULO 4 PROTOTIPO DE CONSOLA VIRTUAL REMOTA DE ACCESO A RELEVADORES.....</i></b>	<b>91</b>
4.1 Contenido del capítulo.....	91
4.2 Implantación de la Consola Virtual remota de acceso a relevadores.....	91
<b><i>CAPÍTULO 5 OPERACIÓN DE LA CONSOLA DE SUPERVISIÓN DE ESQUEMAS DE PROTECCIÓN.....</i></b>	<b>109</b>

<b>CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES, APORTACIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....</b>	<b>137</b>
6.1 Contenido del capítulo .....	137
6.2 Conclusiones .....	137
6.3 Aportaciones .....	139
6.4 Recomendaciones y trabajos futuros .....	141
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>142</b>