

**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,  
Volumen 8, Número 1.

**DOI de la Revista:** [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1)

**ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE PROTECCIONES  
EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500KV PARA  
CORTOCIRCUITO Y SOBREVOLTAJE EN REFERENCIA  
AL TRAMO SAN RAFAEL EL INGA INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO**

**TECHNICAL ECONOMIC ANALYSIS OF PROTECTIONS IN 500KV  
TRANSMISSION LINES FOR SHORT CIRCUIT AND OVERVOLTAGE IN  
REFERENCE TO THE SAN RAFAEL EL INGA SECTION  
TECHNOLOGICAL RESEARCH IST CENTRAL TECHNICAL**

**Alex Israel Quinte Sinchi**

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, Ecuador

**Álvaro Javier Mendoza Puruncajas**

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.10100](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10100)

## **Análisis Técnico Económico de Protecciones en Líneas de Transmisión de 500kv para Cortocircuito y Sobrevoltaje en Referencia al Tramo San Rafael El Inga Investigación Tecnológica Ist Central Técnico**

Alex Israel Quinte Sinchi<sup>1</sup>

[aiquintesinchi@istct.edu.ec](mailto:aiquintesinchi@istct.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0008-2125-6415>

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico  
Quito, Ecuador

Álvaro Javier Mendoza Puruncajas

[amendoza@istct.edu.ec](mailto:amendoza@istct.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0000-4132-9062>

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico  
Quito, Ecuador

### **RESUMEN**

El documento aborda la importancia de implementar protecciones en líneas de transmisión eléctrica para prevenir fallas causadas por diversos factores como condiciones climáticas, generadores, aisladores, transformadores o intervención humana. Se hace especial énfasis en la necesidad de comprender los componentes esenciales del sistema de protección, como relés, transformadores de corriente y potencial, interruptores de potencia, y diversas zonas de protección. El análisis se centra en el tramo de línea existente San Rafael-El Inga y busca proporcionar información detallada sobre fallas y protecciones con el objetivo de preservar la vida útil de las líneas y garantizar la seguridad del personal de mantenimiento. Se va a comparar las características constructivas y precios de distintas marcas de relés de protección para establecer puntos de comparación. La recolección de datos incluye parámetros eléctricos de la línea de transmisión, como resistencia, conductancia, inductancia y capacitancia, así como la identificación y análisis de diferentes tipos de fallas, como cortocircuitos y sobretensiones. Se proponen diferentes protecciones, evaluando sus características técnicas y económicas para una selección adecuada. Se describen los tiempos de operación de los relés de protección, que pueden ser instantáneos, retardados o de tiempo inverso, y se establece su importancia en la rápida detección y aislamiento de fallas para evitar pérdida de estabilidad en el sistema y reducir costos de mantenimiento. Se presenta un análisis comparativo de datos entre tres relés de protección, destacando el L-PRO-4000 como la mejor opción en términos de características técnicas y precio.

**Palabras clave:** análisis técnico, protecciones, líneas de transmisión, cortocircuito, sobrevoltaje

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [aiquintesinchi@istct.edu.ec](mailto:aiquintesinchi@istct.edu.ec)

# **Technical Economic Analysis of Protections in 500kv Transmission lines for Short Circuit and Overvoltage in reference to the San Rafael el Inga Section Technological Research Ist Central Technical**

## **ABSTRACT**

The document addresses the importance of implementing protections on electrical transmission lines to prevent failures caused by various factors such as weather conditions, generators, insulators, transformers or human intervention. Special emphasis is placed on the need to understand the essential components of the protection system, such as relays, current and potential transformers, power switches, and various protection zones. The analysis focuses on the existing san rafael-el inga line section and seeks to provide detailed information on failures and protections with the aim of preserving the useful life of the lines and guaranteeing the safety of maintenance personnel. The construction characteristics and prices of different brands of protection relays will be compared to establish points of comparison. Data collection includes electrical parameters of the transmission line, such as resistance, conductance, inductance and capacitance, as well as the identification and analysis of different types of faults, such as short circuits and surges. Different protections are proposed, evaluating their technical and economic characteristics for an appropriate selection. The operating times of the protection relays are described, which can be instantaneous, delayed or inverse time, and their importance in the rapid detection and isolation of faults is established to avoid loss of stability in the system and reduce maintenance costs. A comparative data analysis between three protection relays is presented, highlighting the l-pro-4000 as the best option in terms of technical characteristics and price.

**Keywords:** technical analysis, protections, transmission lines, short circuit, overvoltage

## INTRODUCCIÓN

Las líneas de transmisión a lo largo de su tendido eléctrico necesitan de protecciones para distintos tipos de fallas que pueden existir por distintos motivos ya sea por condiciones climáticas, generadores, aisladores, transformadores o manipulación del hombre. Para todo esto se busca conocer a profundidad los principales componentes de un sistema de protección como son los relés, transformadores de corriente y potencial, interruptores de potencia y distintas zonas de protección. Para todo esto se tiene referencia al tramo de la línea de transmisión ya existente San Rafael-El Inga teniendo en cuenta que para este tramo ya existente se obtendrá información real sobre fallas que se den de manera más repetitiva. Las protecciones que se utilizarán serán analizadas tanto económicamente como sus para brindar una información más a profundidad, para ellos se dará a conocer diferentes parámetros técnicos para la correcta elección de la protección a utilizar ya que con este análisis se busca brindar información detallada acerca de fallas y protecciones que ayudan a preservar la vida útil de las mismas además de brindar seguridad alrededor de las líneas de transmisión y personal de mantenimiento. Las fallas de cortocircuito y sobre voltaje son originadas por perturbaciones originadas por el contacto con una impedancia relativamente baja entre dos puntos de diferente potencial en un circuito. Para todo esto se busca conocer a profundidad los principales componentes de un sistema de protección como son los relés, transformadores de corriente y potencial, interruptores de potencia y distintas zonas de protección. Las fallas de corto circuito se da por el aumento instantáneo de la corriente eléctrica en la instalación, por la unión de las líneas de transmisión o por la reducción subida de impedancia y esto pueden traer como consecuencia una pérdida de estabilidad en las maquinas generadoras además de daños en los demás elementos por ello se diseña un correcto sistema de protección eléctrica teniendo en cuenta que si la falla es grave no deberá perder estabilidad el sistema eléctrico de potencia (SEP), si la falla es transitoria la protección debe esperar un tiempo o se puede aplicar diferentes medidas para eliminar la falla sin tener la necesidad de desconectar totalmente el sistema de transmisión. Se debe tener en cuenta la sensibilidad, fiabilidad, rapidez analizando las características de cada uno para la correcta selección del elemento a utilizar en la línea de transmisión de 500KV.

Las fallas pueden ser de dos tipos: asimétricas, cuando se produce un desbalance entre fases; y simétricas cuando no se produce un desbalance entre fases. Los cortocircuitos monofásicos, bifásicos

aislados, bifásicos a tierra pertenecen al primer grupo y los cortocircuitos trifásicos corresponden al segundo grupo. Para todo esto se realizará el análisis respectivo teniendo en cuenta métodos de investigación cualitativa y cuantitativa ya que se busca llegar a una conclusión veraz y real sobre el tema.

## **METODOLOGÍA**

Comparamos las características constructivas de distintas marcas en relés de protección que nos servirá para tener un punto de comparación entre las características y el precio ya que tiene que ser beneficioso en ambos aspectos. Además se tendrá en cuenta el tramo de la línea de transmisión de San Rafael – El Inga para tener una referencia y analizar dependiendo las fallas existentes en las mismas. Se tendrá en cuenta todos los conceptos de protecciones y fallas mediante gráficas y tablas demostrativas para poder llegar a una buena conclusión y elegir de mejor manera la protección a utilizar en la línea de transmisión en el SEP.

### **Recolección de datos**

#### **Líneas de transmisión**

las líneas de transmisión en el SEP son importantes ya que sirve para interconectar dos o más subestaciones para abastecer de energía eléctrica. Estas se encuentran en un tendido de largas distancias a la intemperie y es por ello por lo que se encuentra expuesta a varias perturbaciones ya sea originadas por condiciones climáticas propias de la naturaleza y por intervención del hombre directamente, debido a esto cada tramo de las líneas de transmisión.

Para elegir la protección correcta debemos tener claro las características de cada conductor, voltaje al cual se esta operando y el tipo de falla que se busca solventar.

#### **Parametros electricos de la linea de transmisión**

Los parametros que se tienen en cuenta son:

**Resistencia:** La resistencia es la oposicion al paso de la corriente que en las lineas de transmisión se ve afectada por:

- **Efecto piel:** cuando la corriente circula sobre la seccion del conductor y esta es mayor.
- **Temperatura:** La resistencia de un conductor aumenta el incremento de la temperatura. El cambio puede considerarse lineal sobre el rango de temperatura normal.

**Conductancia:** La conductancia es reciproca a la resistencia ya que es la propiedad del material que permite el paso de la corriente por el conductor electrico. La conductancia se define con la letra [G] y se mide en mho o siemens.

**Inductancia:** Para un material magnetico la inductacia es la razon entre el flujo magnetico respecto a la corriente, se define como la suma de los flujos concatenados tanto interno y externo de un conductor, este parametro es conciderado co,o el mas importante en una linea de transmison. Se define con la letra [L].

**Capacitancia:** La capacitancia en una linea de transmision es el resultado de la difertencia de potencial entre conductores y se encargan de las placas del capacitor cuando hay diferencia de potencial entre ellas. Se define con la letra [C].

### **Cortocircuito**

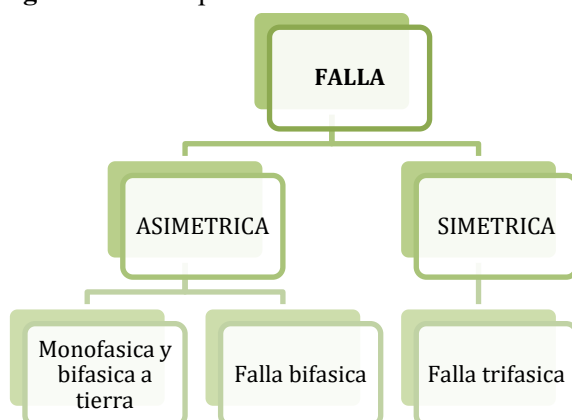
Un cortocircuito es una descarga establecida entre los dos terminales de un circuito eléctrico, provocando un fallo en la resistencia del conjunto y, por ende, un aumento en la intensidad de la corriente que lo alimenta. (ENERGY, s.f.)

Un cortocircuito es el resultado de los efectos causados por la sobre corriente y las caídas de voltaje, es decir cuando esto sucede los valores del cortocircuito se elevan y son mucho mas grandes que los valores nominales de corriente de cada componente que son: líneas de transmisión, generadores y transformadores que se encuentran en la red.

## **RESULTADOS**

### **Tipos de cortocircuitos**

**Figura 1:** Fallas por cortocircuito



Fuente: Propia

Para poder analizar la mejor viabilidad en lo que se refiere a protecciones en líneas de transmisión se debe tener en cuenta parámetros que ayudaran a identificar de mejor manera la que brindara mayor seguridad y confiabilidad a lo largo del tramo de esta.

### **Sobrevoltaje**

Sobrevoltaje es cuando la tensión es variable en el tiempo el cual el valor máximo es superior al valor pico de la tensión nominal del sistema eléctrico que este caso será de 500KV que deben ser regulados por un factor de sobretensión que debe ser menor al grado de seguridad del sistema.

### **Fallas en una línea de transmisión**

Las fallas en líneas de transmisión se dan de diferentes maneras ya que están expuestas a la intemperie ya sea por manipulación humana, fallas comunes o por condiciones climáticas es por eso que se hace un análisis de estas fallas teniendo en cuenta sus características.

**Tabla 1:** Fallas por sobretensión en las líneas de transmisión del sistema eléctrico

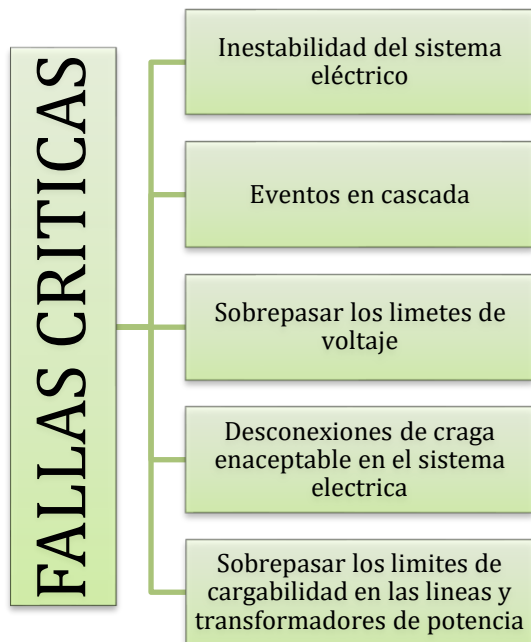
<b>Sobretensiones en las Líneas de Transmisión</b>	
<b>Sobretensiones por descargas atmosféricas</b>	Se denominan de esta manera ya que son debido a descargas atmosféricas o rayos. Las descargas por rayos suelen ser mucho más peligrosas ya que no se tiene el valor a ciencia exacta de a cuánto puede llegar a elevarse que se dan cuando existen tormentas eléctricas
<b>Sobretensiones por maniobra de interruptores</b>	fenómenos transitorios que acompañan a los bruscos cambios de estado de una red como pueden ser maniobras de disyuntores, descargas a tierra o en maniobras de conexión y desconexión
<b>Sobretensiones temporales</b>	Se define como una sobretensión oscilatoria de fase a tierra o de fase a fase en un punto específico del sistema, que tiene una duración relativamente grande y no está amortiguada o levemente amortiguada. (Mora, s.f.) Las operaciones que provocan sobretensiones son: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Despeje de fallas</li> <li>▪ Rechazo de carga</li> <li>▪ Energización del transformador en un sistema con líneas en operación</li> <li>▪ Energización de líneas terminadas en transformador</li> </ul>

Fuente: Propia



En las líneas de transmisión suelen tener diferentes fallas desde las más simples a las más severas y a continuación presentamos las fallas críticas

**Figura 2:** Fallas críticas en las líneas de transmisión



Fuente: Propia

### **Protección en líneas de transmisión eléctricas**

Los elementos que son parte del SEP son los generadores, barras, transformadores, líneas de transmisión que se encuentran conectados entre si es por eso por lo que un fusible es capaz de aislar un elemento del resto del sistema. Es necesario que estas líneas de transmisión sean seguras y den fiabilidad al sistema que son muy propensas a fallas y para que los daños sean mínimos en las líneas el tiempo de duración de la falla debe ser corto detectando la falla de manera automática y esto se realiza mediante relés de protección. Estos elementos protectores deben tener el valor del voltaje y corriente en todo momento y ser proporcionales al relé con los transformadores.

### **Características que debe cumplir las protecciones:**

**Selectividad:** Sirve para poder diferenciar las condiciones que requiere operar o no con temporizaciones. Esto debe ayudar a que actúe de manera rápida y así mismo que no se active en otros momentos que no tiene fallas, al momento de tener fallas debe actuar de abriendo los interruptores que aíslan al circuito de falla.



**Sensibilidad:** Es capaz de detectar cualquier falla de situaciones anormales que se encuentra dentro de la zona establecida que se produzca en la red. La sensibilidad se calcula de la siguiente manera:

$$K_s = \frac{I_{CC\ min}}{I_{ajuste}}$$

**Donde:**

**Ks**= Coeficiente de sensibilidad.

**Iccmin**= corriente mínima de cortocircuito.

**Iajuste**= Valor de ajuste de la corriente de protección.

El coeficiente de sensibilidad debe ser mayor que uno, cuando la protección es sensible.

**Rapidez:** Una vez detectada la falla la protección debe actuar con rapidez para poder aislar la falla lo más rápido posible ya que con eso ayuda a evitar pérdida de estabilidad en el sistema y los costos de mantenimiento sean menores. Estas deben operar de manera

- Instantánea
- Tiempo dependiente

**Fiabilidad:** Para que la protección sea fiable debe actuar correctamente siempre ante cualquier evento de falla producida, esta debe ser efectiva y segura

**Tabla 2:** Características de las protecciones en líneas de transmisión

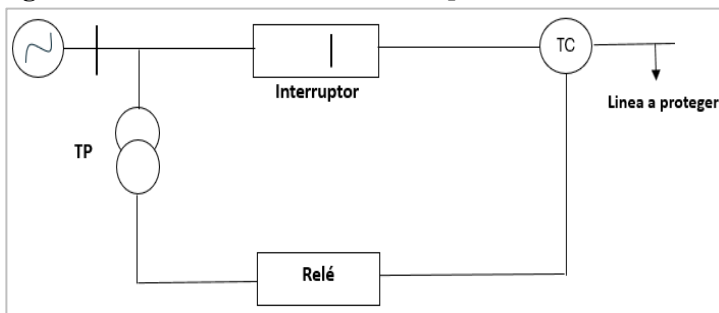
Tipo De Protección	Descripción
Protección de Sobre corriente (OCR-50)	Detecta corrientes anormales en la línea
Protección de Temperatura (TS-1)	Protege contra sobrecalentamiento de conductores y equipos
Protección de Caída de Tensión (27-1)	Detecta caídas de tensión significativas en la línea
Protección de Sincronización de Frecuencia (81S-1)	Evita la conexión de generadores a la red cuando no están sincronizados
Protección de Diferencial de Corriente (87-1)	Detecta corrientes de falla comparando las corrientes de entrada y salida de la línea
Protección de Desbalance de Fase (47-1)	Detecta desequilibrios significativos entre las fases
Protección de Pérdida de Sincronización (78)	Evita la operación en isla y la pérdida de sincronización con la red
Protección de Frecuencia (81)	Monitorea la frecuencia del sistema y opera si se desvía de los límites establecidos

Protección de Distancia (21)	Mide la impedancia de la línea para determinar la ubicación de los fallos
Protección de Sobretensión (TVSS-1)	Protege contra voltajes excesivos

Fuente: propia

Todas estas protecciones son implementadas mediante relés de protecciones electrónicos y sistemas de monitoreo avanzado y dependerá de la tipología específica de la línea y el sistema eléctrico, es por ello que para el análisis es de selección de tomar en cuenta los parámetros establecidos en la tabla 2.

**Figura 3:** Grafica de conexión de una protección en líneas de transmisión



Fuente: Propia

### Tiempos de operación de los relés de protección

Estas características se establecen en función del tiempo en el que se demora en despejar la falla y pueden ser de tres tipos:

- **Instantáneos:** cuando la corriente a superado su valor nominal el relé recibirá la orden de disparo en ese instante de tiempo para evitar daños a la red
- **Retardados:** cuando se supere el valor de la corriente nominal el relé recibe la orden de disparo considerando la característica de tiempo definida como corriente vs tiempo.
- **Tiempo inverso:** Este relé opera inversamente proporcional a la corriente de falla, obtiene tiempos de disparo mas cortos sin correr el riesgo de la selectividad.

**Tabla 3:** Elementos para protección en líneas de transmisión

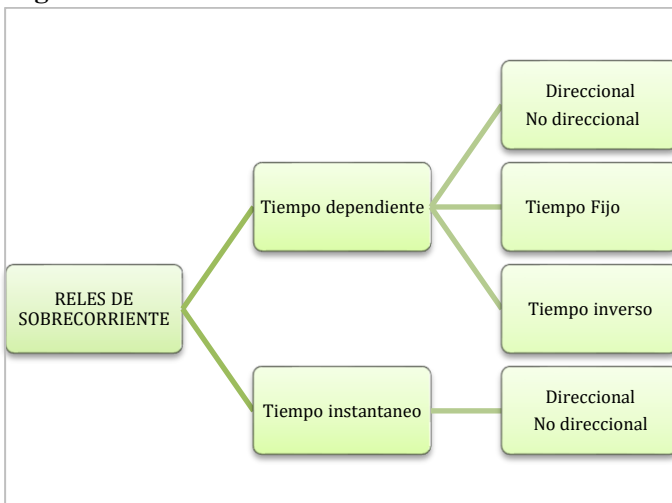
Elementos para proteccion en lineas de transmision		
Protección Principal	Protección Secundaria	Protección Secundaria Remota
Dispositivo o sistema que garantiza la seguridad del sistema eléctrico, esta acción lo debe realizar de manera	Se la conoce también como protección “backup”. Se utiliza para proteger contra cortocircuitos ya que estas fallas son	Esta protección debe estar ubicada de manera que no ocupe elementos comunes y que no controle a la

rápida para proteger al las que prevalecen en el SEP. Estas protección principal. Esta generador, transformador y protecciones cumplen su función debe actuar con tiempo de líneas de transmisión. cuando la protección principal se retardo para que la protección encuentra en mantenimiento y pueden principal tenga el tiempo ser de dos tipos: suficiente en despejar la falla existente.  
 Protección secundaria remota  
 Protección secundaria local

**Relés de sobre corriente**

La protección de sobre corriente abre el interruptor cuando la corriente excede al valor ajustado y todas las fallas son detectadas por las mismas, además se caracteriza por ser económicamente cómodas y de simple conexión.

**Figura 4:** Clasificación de los relés de sobre corriente



Fuente: Propia

Existen diferentes relés que ayudan a la protección de las líneas de transmisión con diferentes características que son:

**Tabla 4:** Protecciones de sobre corriente principales y de respaldo

Relés de Sobrecorriente	
Relé de Sobrecorriente Instantánea	Este relé tiene el tiempo de respuesta de 10 a 60 milisegundos que se considera como un tiempo de respuesta inmediato por cual el disyuntor de abrirá cuando supere la corriente nominal del sistema.
Relé de Sobrecorriente Temporizado	Este relé actúa después de haber transcurrido un

	tiempo y la falla se mantenga durante el mismo para poder abrir el disyuntor, de no cumplirse la falla durante ese tiempo y sea menor el disyuntor no se abrirá.
Relé de Sobrecorriente Direccional	Este relé actúa únicamente cuando la corriente de falla es mayor a la corriente de carga.
Relé de Distancia	El relé calcula la impedancia como el cociente entre la tensión y la corriente para poder determinar si existe una falla dentro y fuera de la zona de protección.

Fuente: Propia

## **Características de la línea de transmisión San Rafael- El Inga ya existente en el Ecuador**

### **Tramo San Rafael-El Inga**

Longitud: 123,9 km

Descripción: 2 Líneas de simple circuito, haz de 4 conductores ACAR 1100 MCM por fase

### **Subestación San Rafael 500/230 kV**

Un banco de transformadores monofásicos (ATH) de 50 MVA, 500/230 kV.

Dos bancos de reactores de línea monofásicos (RL6, RL8) de 30 MVA<sub>r</sub>, 500 kV.

### **Subestación El Inga 500/230 kV**

Tres bancos de autotransformadores monofásicos (ATH, ATI, ATJ) marca SPECO de 600 MVA cada uno, 500/230.

Dos bancos de reactores de línea monofásicos (RL6, RL8) de 30 MVA<sub>r</sub>, 500 kV.

Un banco de reactores monofásicos (RB) de 30 MVA<sub>r</sub>, 500 kV.

Un banco trifásico marca HYOSUNG de 300 MVA, 230/138 kV

### **Entidades reguladoras de normativas de las líneas de transmisión.**

- Sistema Nacional de Transmisión (SNT): El SNT es la red de líneas de transmisión de alta tensión que conecta las centrales eléctricas con los centros de demanda y distribución en todo el país.
- Sistema Integrado de Transmisión (SIT): El SIT es una red de transmisión eléctrica que abarca varias provincias y se extiende por todo el territorio ecuatoriano. Incluye líneas de transmisión de

alta tensión que conectan las principales centrales generadoras con los centros urbanos y las zonas de mayor demanda.

- Línea de Transmisión Coca Codo Sinclair: Esta es una línea de transmisión asociada a la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, una de las más grandes de Ecuador.

## DISCUSIÓN

### Comparación de características y precios de las protecciones en líneas de transmisión.

**Tabla 5:** Tabla de comparación de datos-Relés de protección.

ITEMS	SEL-421	L-PRO-4000	SEL-411L
<b>Aplicaciones</b>	Sistema de protección, distancia y direccional de alta velocidad.	Protección primaria y de respaldo en líneas de transmisión y subtransmisión. Líneas aéreas y cables subterráneos.	Protección y control completos de cualquier línea de transmisión ya sea corta, larga.
<b>Velocidad de datos</b>	Cuatro puertos de red de par trenzado 10/100BASE-T	Registros de fallas transitorias de hasta 75 x 2 segundos o registros de oscilación de hasta 75 x 120 segundos	4.8 kHz para sistemas de 60 Hz, 4 kHz para sistemas de 50 Hz
<b>Frecuencia Nominal</b>	50 o 60 Hz	50 o 60 Hz	50 o 60 Hz
<b>Fuente de Alimentación</b>	(24-48)Vcd (48-125 Vcd) o (110-120 Vca) (125-250 Vcd) o (110-240 Vca)	(43 - 275 Vcd, 90 - 265 Vca)	(24-48 Vcd 48-125 Vcd) o (110-120 Vca) (125-250 Vcd o 110-240 Vca)
<b>Entradas</b>	Entrada de tiempo IRIG-B demodulada y PTPv2	2 entradas de tensión trifásicas para sincronizar durante el recierre.	6 entradas 300V continuo
<b>Entradas de corriente</b>	5A Nominal 1 A nominal	2 entradas de corriente trifásicas para protección	5A nominal 1 A nominal
<b>Precio</b>	<b>USD</b> <b>9 100</b>	<b>USD</b> <b>10 930</b>	<b>USD</b> <b>11 170</b>

Fuente: propia

Debido a las características técnicas descritas a lo largo de la obtención de datos se puede llegar a la conclusión que de los tres relés para la protección de las líneas de transmisión es el L-PRO-4000. Para esta conclusión se tuvo en cuenta las diferentes características que deben cumplir estos ya que depende mucho tanto de su precio y su característica que debe tener una relación y equilibrio entre estas dos. Ya que como se puede observar los otros dos relés tienen un precio más económico pero las características no cumplen con lo requerido y el otro cumple con los parámetros pero su precio es elevado. Es por ello que el relé L-PRO-4000 es la mejor opción en cuanto a parámetros y precio.

## **CONCLUSIONES**

Se concluyo que el relé de protección L-Pro-4000 es el que cumple con las características de una línea de transmisión además de su precio que es mucho mejor con los que se han comparado.

Las sobretensiones por causas atmosféricas son impredecibles e inevitables es por ello por lo que se debe proteger se manera segura todo el largo del tendido eléctrico.

Todas las fallas existentes en las líneas de transmisión es necesario asociarlas para obtener un balance en general de todo y así de esa manera poder tener opciones de las protecciones que más ayudarían al sistema.

## **RECOMENDACIONES**

Hay que tener en cuenta las características constructivas de cada protección a utilizar dependiendo el conductor utilizado en cada línea de transmisión.

Buscar diferentes opciones antes de una adquisición de los elementos de protección para lograr tener un punto en común entre precio y calidad para el sistema.

Tener en cuenta todas las fallas posibles que se pueden dar a lo largo del tendido eléctrico.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

(2006). Obtenido de sobrevoltaje:

<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliographyxhtmlns=>

<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>

CELEC EP. (s.f.). *Sistema de transmisión a 500 kV*. Obtenido de [celec.gob.ec](http://celec.gob.ec):

<https://www.celec.gob.ec/transelectric/sistema-de-transmision-a-500-kv/>

CELEC EP. (s.f.). *Sistema De Transmisión De 500 Kv, Un Hito En La Infraestructura Y Nueva*

*Autopista Eléctrica Del Ecuador*. Obtenido de [www.celec.gob.ec](http://www.celec.gob.ec):

<https://www.celec.gob.ec/transelectric/uncategorized/nueva-autopista/>

CENACE. (s.f.). *Línea de transmisión de energía a 500 mil voltios* . Obtenido de [www.cenace.gob.ec](http://www.cenace.gob.ec):

<https://www.cenace.gob.ec/linea-de-transmision-de-energia-a-500-mil-voltios-entro-en-operacion-con-el-apoyo-de-cenace/>

ENERGY. (s.f.). *¿QUÉ ES UN CORTOCIRCUITO?* Obtenido de [/www.pepeenergy.com](http://www.pepeenergy.com)

<https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-cortocircuito/#:~:text=Un%20cortocircuito%20es%20una%20descarga,la%20corriente%20que%20lo%20alimenta> .

Escuela Politécnica Nacional. (S.F.). *Estudio De Coordinación De Protecciones En Líneas*. Obtenido

De Estudio De Coordinación De Protecciones EN LÍNEAS:

<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliographyxmlns=>

<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>

Escuela Politécnica Nacional Facultad De Ingeniería Eléctrica. (s.f.). *Estudio De Coordinación De*

*Protecciones En Líneas Proyecto Previo A La Obtención Del Título De Ingeniero Eléctrico*.

Obtenido De Estudio De Coordinación De Protecciones En Líneas Proyecto Previo A La

Obtención Del Título De Ingeniero Eléctrico:

<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>

Escuela Politécnica Nacional Facultad De Ingeniería Eléctrica Y Electrónica. (S.F.). *Estudio De*

*Coordinación De Protecciones Para La Línea De Transmisión De Tres Terminales Manduriacu-*

*Santo Domingo-Los Bancos A 69 Kv Proyecto Previo A La Obtención Del Título De Ingeniero*

*Eléctrico Horacio Eduardo Mafla Tutillo*. Obtenido De Estudio De Coordinación De

Protecciones Para La Línea De Transmisión De Tres Terminales Manduriacu-Santo Domingo-

Los Bancos A 69 Kv Proyecto Previo A La Obtención Del Título De Ingeniero Eléctrico Horacio

Eduardo Mafla Tutillo: <http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>

xmlns= <http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>

Estudios. (s.f.). Obtenido de Instituto Politecnico Nacional Escuela Superior De Ingenieria Mecanica Y

Electrica: <http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliographyxmlns=>





<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>

Jaramillo, D. (2018). *Estudio De Coordinación De Protecciones En Líneas De Transmisión De La Zona Norte Considerando La Influencia Del Ingreso En Operación Del Sistema De 500 kV*. Obtenido de <http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliographyxmlns=>

<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>

Martínez, E. V. (s.f.). *Proteccion De Alta Velocidad De Lineas De Transmision*. Obtenido De Proteccion De Alta Velocidad De Lineas De Transmision:

<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliographyxmlns=>

<http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>

Mora. (s.f.). <https://es.scribd.com>. Obtenido de Sobretension en las lineas aereas de transmision:

[https://es.scribd.com/document/420501650/1-Sobretension-en-las-Lineas-Aereas-de-](https://es.scribd.com/document/420501650/1-Sobretension-en-las-Lineas-Aereas-de-Transmision-pdf)

[Transmision-pdf](https://es.scribd.com/document/420501650/1-Sobretension-en-las-Lineas-Aereas-de-Transmision-pdf)

Recursos y energia. (s.f.). *Sistema de Transmisión 500 kV*. Obtenido de [www.recursosyenergia.gob.ec](http://www.recursosyenergia.gob.ec):

<https://www.recursosyenergia.gob.ec/sistema-de-transmision-500->

[kv/#:~:text=El%20Sistema%20de%20Transmisi%C3%B3n%20500,las%20cerca%C3%ADas](https://www.recursosyenergia.gob.ec/sistema-de-transmision-500-kv/#:~:text=El%20Sistema%20de%20Transmisi%C3%B3n%20500,las%20cerca%C3%ADas)

[%20de%20Quito%2C%20Tisaleo](https://www.recursosyenergia.gob.ec/sistema-de-transmision-500-kv/#:~:text=El%20Sistema%20de%20Transmisi%C3%B3n%20500,las%20cerca%C3%ADas%20de%20Quito%2C%20Tisaleo)

SEL. (s.f.). *SEL-T400L*. Obtenido de SEL-T400L: <https://selinc.com/es/products/T400L/>

SEL. (s.f.). *SEL-T401L Relé de línea ultrarrápido*. Obtenido de <https://selinc.com/es>:

<https://selinc.com/es/products/T401L/>

Tydelectric. (s.f.). *Medidas de seguridad para las líneas de transmisión de media y alta tensión*.

Obtenido de [tydelectric.com](https://tydelectric.com/medidas-seguridad-lineas-transmision/): <https://tydelectric.com/medidas-seguridad-lineas-transmision/>

Universidad Politécnica Salesiana. (S.F.). *Modelación De Sistemas De Protección Para Líneas De Transmisión Mediante*. Obtenido De Modelación De Sistemas De Protección Para Líneas De Transmisión Mediante:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8981/6/UPS-KT01101.pdf>

Vázquez, E. (s.f.). *Proteccion De Alta Velocidad De Lineas De Transmisionproteccion De Alta Velocidad De Lineas De Transmision*. Obtenido De Proteccion De Alta Velocidad De Lineas De Transmision: <http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/bibliography>