

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,  
INFORMÁTICA Y MECÁNICA.

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**TESIS**

---

**ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO POR  
SOBRETENSIONES DE ORIGEN ATMOSFÉRICO  
EN LA LÍNEA PRIMARIA  
MAZUKO-CHOQUE-UNIÓN PROGRESO EN 22.9 KV**

---

**Presentado por:**

**Br. Koifer Washintong Quispe Valdez**

**Br. Juan Adán Calle Villar**

**Para optar al Título Profesional de  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**Asesor:**

**Ing. Pablo Apaza Huanca**

**CUSCO - PERU**

**2017**

## RESUMEN

Actualmente la Empresa Concesionaria del Sistema de Distribución Eléctrica Electro Sur Este S.A.A presenta problemas debido a interrupciones en el suministro eléctrico por sobretensiones de origen atmosférico en gran parte de su ámbito de concesión. Estos problemas se manifiestan con mayor severidad en el departamento de Madre de Dios que se caracteriza por su geográfica, clima típico de Selva tropical con fuertes precipitaciones pluviales y exposición a una alta densidad de rayos.

Las descargas atmosféricas que inciden sobre las líneas de Distribución Primaria en estas zonas de concesión, fuerzan los sistemas a operar por encima de su capacidad nominal y originan ondas transitorias viajeras de elevada magnitud, que al propagarse traen consigo la disminución de la vida útil de los componentes del sistema y bajos indicadores de calidad y performance de suministro.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo fundamental el estudio de coordinación de aislamiento de la Línea Primaria Mazuko-Choque-Unión Progreso, frente a las sobretensiones de origen atmosférico para mejorar la continuidad del suministro eléctrico.

A continuación se da un resumen en cinco capítulos a detalle de los temas desarrollados en la presente tesis:

**En el Capítulo I,** Hace referencia al plan de tesis que empieza con el ámbito geográfico, selección del problema, formulación del problema, objetivos, justificación del problema, alcances y limitaciones del problema, antecedentes del problema, hipótesis, variables metodología y procesamiento de análisis de datos.

**En el Capítulo II,** Presenta la base teórica necesaria para el desarrollo del trabajo de tesis, definiciones, ondas de sobretensión y su propagación, descargas atmosféricas, efecto de las descargas atmosféricas en los sistemas aéreos de distribución, procedimiento de la coordinación de aislamiento de acuerdo a normas internacionales, sistema de cable de guarda, sistema de pararrayos, aisladores, puestas a tierra, performance de suministro, calidad de suministro, y evaluación económica.

**En el Capítulo III,** Se realiza la descripción de las características del equipamiento y elementos de protección de la Línea Primaria Mazuko-Choque-Unión Progreso, como:

la SET Mazuko, longitud de los conductores, sección de los conductores, subestación de distribución, pararrayos de línea, seccionadores, sistemas de puestas a tierra, aisladores, estructuras de soporte.

**En el Capítulo IV**, Se realiza la evaluación operativa de la línea, de acuerdo a los indicadores de performance SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) y a los indicadores de calidad NIC (Número de Interrupciones por Cliente) y DIC (Duración de Interrupciones por Cliente).

También se realiza el cálculo de las compensaciones por mala calidad de suministro para años 2013, 2014, 2015 y 2016 (primer semestre).

**En el Capítulo V**, Se realiza el cálculo analítico del procedimiento de la coordinación de aislamiento, planteamiento de las dos alternativas de solución mediante: Sistema de cable de guarda y sistema de pararrayos, cálculo de aisladores, cálculo de las compensaciones por mala calidad de suministro y el cálculo económico de las alternativas de solución: metrado, presupuesto, indicadores de rentabilidad etc.

**En el Capítulo VI**, Se realiza el análisis de las sobretensiones de origen atmosférico en la línea mediante un modelo equivalente de las alternativas de solución en el programa ATPDraw. Así mismo se presenta los resultados de las simulaciones en forma gráfica y numérica para las diferentes magnitudes de corriente de rayo.