

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

REGLAMENTO TÉCNICO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN



INTEGRANTES:

STALIN CHICAIZA
DANIEL CARRANZA
ALEXANDER PILAMUNGA
DARIO GUAMBI
SANDRO ZAMBRANO

CICLO: 7° "A"

DOCENTE:

Ing. CRISTIAN GALLARDO

LATACUNGA, 28 DE ENERO DEL 2019



INTRODUCCIÓN

La línea de transmisión es el elemento del sistema de potencia que se encarga de transportar la energía eléctrica desde el sitio en donde se genera hasta el sitio donde se consume o se distribuye.

Las líneas de transmisión como su nombre lo indican son aquellas complejas estructuras que transportan grandes bloques de energía eléctrica dentro de los diferentes puntos de la red que constituye el sistema eléctrico de potencia, son físicamente los elementos más simples pero los más extensos. La clasificación de los sistemas de transmisión puede ser realizada desde muy variados puntos de vista, según el medio: en aéreas y subterráneas.

El sistema de transmisión puede ser clasificado según el nivel de tensión en el cual transmiten los grandes bloques de potencia, en Ecuador las líneas de transmisión aéreas esta discriminado en tres niveles de tensión a saber: 230/138/69 kV, 138/69 kV, 69/13,8 kV.

PALABRAS CLAVE: Transportan, transmisión, eléctricas, distribución, tensión, sistemas, aéreas, energía.

I. REGLAMENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN:

El continuado alcance de la técnica en la construcción de líneas aéreas de transporte de energía eléctrica de alta tensión, basado en experiencia adquirida y en las continuas investigaciones que sobre esta materia se realizan, exige una modificación de las normas que la Administración fijó en su día para su construcción, dictando otras que respondan a la nueva situación que esos avances técnicos han creado, tanto en la parte puramente constructiva, como en la que se refiere a la seguridad de personas y cosas.

Ámbito de aplicación

Las disposiciones contenidas en el presente Reglamento se refieren a las prescripciones técnicas que deberán cumplir las líneas eléctricas aéreas de alta tensión, entendiéndose como tales las de corriente alterna trifásica a 60 Hz. de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 kv. Aquellas líneas en las que se prevea utilizar otros sistemas de transmisión de energía -corriente continua, corriente alterna monofásica o polifásica, etc.- deberá ser objeto de una justificación especial por parte del proyectista, el cual deberá adaptar las prescripciones y principios básicos del presente Reglamento a las peculiaridades del sistema propuesto.

Tensiones

Se entiende por "tensión nominal" el valor convencional de la tensión eficaz entre fases con que se designa la línea y a la cual se refieren determinadas características de funcionamiento, y por "tensión más elevada" de la línea, al mayor valor de la tensión eficaz entre fases, que puede presentarse en un instante en un punto cualquiera de la línea, en condiciones normales de explotación, sin considerar las variaciones de tensión de corta duración debidas a efectos o a desconexiones bruscas de cargas importantes.

Clasificación de las líneas

- Bajo voltaje: menor o igual a 0,6 kV.
- Medio voltaje: mayor a 0,6 y menor igual a 40 kV.
- Alto voltaje: mayor a 40 kV

Trazado.

Las líneas eléctricas se estudiarán siguiendo el trazado que considere más conveniente el autor del proyecto, en su intento de lograr la solución óptima para el conjunto de la instalación, ajustándose en todo caso a las prescripciones que en este Reglamento se establecen.

Se evitarán en lo posible los ángulos pronunciados, tanto en planta como en alzado, y se reducirán al mínimo indispensable el número de situaciones reguladas por las prescripciones especiales

Directrices para su redacción.

Las directrices fundamentales que deben presidir la redacción del proyecto son las siguientes:

- Exponer la finalidad de la línea eléctrica, razonando su necesidad o conveniencia, en el caso de no haber sido previamente autorizada.
- Describir y definir la instalación, sus elementos integrantes y las características de funcionamiento.
- Evidenciar el cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas por el presente Reglamento.
- Valorar claramente el conjunto de la instalación y el de aquellos tramos en los que, de acuerdo con la legislación vigente, deban intervenir diferentes Organismos de la Administración.

El **Ministerio de Electricidad y Energía Renovable**, MEER, ha establecido los lineamientos, objetivos y políticas sectoriales e intersectoriales relacionados con el desarrollo del sistema eléctrico ecuatoriano en el marco del Plan Maestro de Electrificación. Un aspecto particularmente importante que contribuye a garantizar el abastecimiento de una demanda eléctrica creciente, se relaciona con una adecuada expansión del Sistema Nacional de Transmisión, SNT. Esta tarea es de responsabilidad de la Empresa Pública Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, cuya acción oportuna y responsable se dirige a mantener adecuados niveles de confiabilidad, seguridad y calidad del servicio eléctrico a los ecuatorianos.

- El presente plan ha sido elaborado teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por parte del MEER, destacándose la adopción de las políticas y objetivos del Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 - 2013 y de la Agenda Sectorial del Sector Eléctrico. Un objetivo clave es asegurar el autoabastecimiento energético, maximizando el aprovechamiento de los recursos renovables con que cuenta el país.
- El plan de expansión es elaborado con una visión integral de país, priorizando la atención de la demanda, cuya proyección incluye a más del crecimiento tendencial del consumo, la incorporación de importantes cargas al sistema, el cambio de la matriz energética y la

necesidad de interconectar el sector petrolero con el Sistema Nacional de Transmisión.

- En el presente documento se detalla el plan de expansión elaborado por CELEC EP a través de la unidad de negocio TRANSELECTRIC que asegura la continuidad de la operación de la red de transmisión hasta finales del periodo de planificación (2013 - 2022), cumpliendo con las exigencias establecidas en las regulaciones vigentes, permitiendo la incorporación al sistema de los nuevos proyectos de generación definidos y garantizando el suministro de energía eléctrica a los centros de distribución.

Leyes y normas regulatorias

Los estudios eléctricos para la elaboración del plan de expansión del sistema de transmisión consideran las exigencias de calidad, seguridad y confiabilidad establecidas en la normativa vigente, y en especial lo indicado en las siguientes regulaciones:

Regulación No. CONELEC 006/00, Procedimientos de Despacho y Operación.

Regulación No. CONELEC 004/02, Transacciones de Potencia Reactiva en el MEM.

Regulación No. CONELEC 003/08, Calidad del Transporte de Electricidad y del Servicio de Transmisión y Conexión en el Sistema Nacional Interconectado.

Regulación No. CONELEC 006/12, Criterios para la Planificación de la Expansión del Sistema de Transmisión Ecuatoriano.

En estas regulaciones se establecen los parámetros de calidad que se consideran en los estudios de expansión del sistema de transmisión. Los citados parámetros son: voltajes, generación de potencia reactiva, factor de potencia de la carga conectada a barras del sistema de transmisión y cargabilidad de las instalaciones. (1)

1. APLICACIONES DE LOS TIPOS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Línea de cable Coaxial:

Se puede usar para realizar conexiones entre una antena tipo UHF y un Televisor, para la distribución de servicios de internet y televisión en zonas urbanas, entre un emisor y su antena de emisión, en las redes telefónicas interurbanas y en los cables submarinos.

Línea de dos alambres:

Ya que no hay cubiertas, las pérdidas por radiación son altas y es susceptible a recoger ruido. Estas son las desventajas principales de una línea de transmisión de cable abierto. Fue el primero en utilizarse en medio de comunicación para telefonía ya entrando a la segunda mitad del siglo XIX, también ampliamente usado en la transmisión de energía que se puede ver en las áreas rurales. Su uso principal es conectar un DTE a un equipo terminal del circuito de datos (DCE: data circuit-terminating equipment) local, por ejemplo, un módem.

Línea plana:

Son placas conductoras paralelas separadas por una lámina de dieléctrico frecuentemente usado en frecuencias de microondas, muchas veces se les denomina micro tiras que tienen muchas aplicaciones muy importantes entre ellas la elaboración de filtros, son fáciles de integrar lo que nos permite una mayor utilidad en circuitos integrados. (Hijaro, 2015)

Alambre sobre un plano conductor:

Se utiliza para conectar las pantallas planas, se refiere a un cable plano extremadamente delgado que a menudo se encuentran en dispositivos de alta densidad electrónica como computadoras portátiles y teléfonos celulares

Línea de microcinta:

Estas líneas son dispositivos de mucho uso en la electrónica ya que permiten de acuerdo a su configuración crear varios elementos como filtros, resonadores, acopladores, antenas. La fabricación de microcintas se realiza por medio de procesos fotográficos que emplean para circuitos integrados.

2. DIRECTRICES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Línea de transmisión aérea

El propósito de este artículo es dar una visión general de los pasos que son necesarios en la planificación y construcción de una típica línea aérea de transmisión, para dar a los recién llegados al comercio un formato general a seguir y ayudar a los ingenieros de diseño de transmisión a entender cómo se construyen líneas. El amarre de conductores aéreos en la transmisión es un

tipo muy especializado de construcción que requiere años de experiencia, así como equipos y herramientas que han sido diseñados, probados y probados para hacer el trabajo. Debido a que la transmisión de corriente eléctrica es normalmente a tensiones más altas (69 kV y más).

Medios de instalación

Existen cuatro métodos que se pueden utilizar para instalar conductores de transmisión aérea:

- Cordones flojos
- Cordaje de semitensión
- Cordaje de tensión completa
- Cordaje de helicópteros

Cordones flojos

Sólo se puede utilizar si no es necesario mantener el conductor fuera del suelo, y si no hay líneas energizadas debajo de la línea que se está encordando. En este método, las líneas de tracción se extraen al suelo, se enroscan a través de los bloques de encordado y se tira del conductor con menos tensión de la que se requiere para mantenerlo fuera del suelo.



Fig. 1. Equipo de encordado de líneas de transmisión Tesmec

Encordado a tensión completa

Es un método para instalar los conductores y el cable de tierra de arriba en el que suficientes capacidades de tracción en un extremo y capacidades de tensión en el otro, mantener los cables libres de cualquier obstáculo durante el movimiento del conductor desde el carrito hasta su posición final de caída. Esto asegura que estos cables portadores de corriente son "recortados" en las abrazaderas de soporte en la mejor condición posible,

que es el objetivo final del trabajo en sí. (Bafalliu, 2004).

Encordado con helicópteros

Lo cual es mucho más caro por hora de trabajo, puede ser mucho menos costoso cuando existe un terreno extremadamente arduo a lo largo del derecho de vía y cuando se utiliza una planificación previa adecuada.



Fig 2. Un helicóptero inicia el proceso de encordar una línea de transmisión de alta tensión

Aunque los conductores que tiran de sí mismos con un helicóptero se pueden hacer, es limitado y normalmente no es práctico. La máxima eficiencia se puede lograr cuando las estructuras se establecen y las líneas piloto se tiran con el helicóptero, y luego el encordado del conductor se hace de manera convencional.



Fig 3. Bloques CES para el amarre del helicóptero – conveniente para atar la cuerda del piloto por un helicóptero

Se necesitan herramientas especiales (tales como bloques de cuerda) si se utilizan helicópteros. Para que se alcance la máxima protección del conductor y se alcance la máxima seguridad del personal, las herramientas y el equipo diseñados y construidos adecuadamente equivalen a un trabajo exitoso.

3. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE RUTA

Código: A2.I02.PAV.02.01.02

Criterio económico

Los costos de indemnizaciones y compensaciones por la imposición de servidumbre se han incrementado considerablemente, por las demandas de los pobladores por donde pasan las líneas. Las dificultades en la negociación pueden paralizar los trabajos, por lo tanto, es necesario realizar una evaluación de la factibilidad de las negociaciones y sus costos. Todos estos elementos deben ser tomados en cuenta para una evaluación técnico-económica de las alternativas de ruta planteadas.

- Costo de estructuras. Costo de fundaciones.
- Costo del conductor, cable de guarda, aisladores, herrajes y accesorios. Estimación de requisitos de acceso y casas para la construcción de la línea.
- Evaluación del uso de técnicas especiales para la construcción y equipos (helicópteros, vehículos de doble tracción, requisitos especiales para la construcción de fundaciones, etc.
- Costo de deforestación tanto en la franja de servidumbre de la línea como en la construcción de vías de acceso. Costo de las indemnizaciones.
- Costo de las pérdidas de potencia y energía.

Criterio técnico o de evaluación de ingeniería

Mediante este criterio se definirán los requerimientos técnicos y de ingeniería necesarios para la ejecución del proyecto.

Los parámetros a considerar en este criterio son los siguientes:

- Vanos largos requeridos por la configuración del terreno, cruces con líneas de transmisión y otros obstáculos para los cuales se requieran apoyos especiales.
- Tipos de suelos: rocosos, normales, arenosos, arcillosos, cenagosos, etc.
- Paralelismo con instalaciones existentes, tales como línea de transmisión, líneas de distribución, caminos, carreteras, vías férreas, oleoductos, etc.

Criterios para la evaluación ambiental

Es uno de los estudios o criterios que más énfasis requiere, debido a la amplitud que puede contener. Mediante este criterio se evalúa el impacto que pueda tener la presencia de la línea sobre el medio ambiente. Los factores involucrados en este criterio pueden resumirse como ecológicos, ambientales, estéticos y sociales. Principalmente se consideran los siguientes parámetros:

Ecológicos

- Tipo de vegetación o cultivo cruzado por la línea. Bosques, prados, sabanas, terrenos no productivos.
- Hábitat de animales y aves.
- Deforestación y reforestación.
- Especies raras o en peligro de extinción.
- Creación de nuevos ecosistemas.
- Geotecnia
- Ambientales
- Líneas eléctricas existentes.
- Uso actual de la tierra: agrícola, mineros, residenciales, etc.
- Oleoductos y gasoductos existentes o propuestos.
- Ordenanzas sobre niveles de ozono, ruido, uso del suelo, campos eléctricos y magnéticos, etc.

PROYECTOS DE EXPANSIÓN DE TRANSMISIÓN

La necesidad no sólo de solucionar los problemas operativos detectados en el diagnóstico sino también de integrar al S.N.I. la producción de los grandes proyectos de generación hidroeléctrica en construcción, especialmente Sopladora (487 MW) y Coca Codo Sinclair (1.500 MW).

El Plan de Expansión de Transmisión 2013 -2022 determina la necesidad de ejecutar varios proyectos, que se resumen en:

- La implementación de 2.065 km de líneas de transmisión de simple y doble circuito. (Ferreiro, 2014)
- La instalación de 7.645 MVA de transformación adicionales.
- La incorporación de 390 MVAR de compensación capacitiva.
- La incorporación de 195 MVAR de compensación inductiva.

La figura muestra el sistema ampliado propuesto

-
- Uso de la tierra: comercial, residencial, industrial, recreacional, agrícola, instituciones públicas, ordenanzas de zonificación, etc.
- Población estimada.
- Crecimiento de zonas residenciales, industriales, recreacionales, etc.

Criterio de Accesibilidad

- La ruta, en lo posible, debe estar cerca de carreteras o caminos que se puedan adecuar y presten las facilidades para la construcción de la línea de transmisión.
- Naturaleza del terreno

De la información recopilada se debe tener conocimiento de la naturaleza de los terrenos, con el fin de evitar que las posibles rutas pasen por terrenos con las siguientes características:

- Contactos litológicos o de diferentes formaciones
- Zonas muy rocosas o excesivamente accidentadas
- Zonas inestables de media ladera
- Terrenos de muy fuerte pendiente

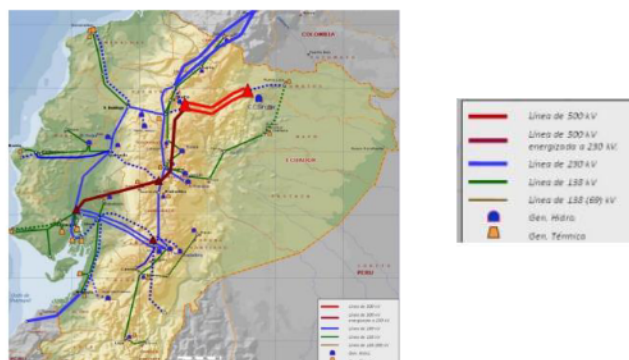


Fig 4. Mapa geográfico de la líneas de transmisión

El Proyecto Sistema de Transmisión de Extra Alta Tensión, ha incorporado tecnología de punta, pionera en el país, es el primer sistema en operar a este nivel de voltaje.

Este nuevo sistema dotará al país de una nueva autopista energética y atravesará doce provincias, incorporando de manera progresiva, al sistema eléctrico ecuatoriano, la siguiente infraestructura:

600 km de líneas de transmisión a 500 kV

•300 km de líneas de transmisión a 230 kV

•4.800 MVA, capacidad de transformación



Fig 5. Mapa de líneas de transmisión y distribución

Es así que el mencionado sistema, se encuentra conformado por 4 subsistemas los cuales aportarán a la transmisión eficiente y económica de energía los mismos que se describen a continuación:

Sistema: Coca Codo Sinclair - San Rafael - El Inga (Quito) a 500 kV

•Sistema: El Inga (Quito) - Tisaleo - Chorrillos (Guayaquil) a 500 kV

•Sistema: San Rafael (Coca Codo Sinclair) - Jivino - Shushufindi a 230 kV

•Sistema: Sopladora - Taday - Taura a 230 Kv

Con la entrada en operación de esta obra, se incrementa la seguridad y calidad de este servicio público en la zona norte del país, en especial en las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi; además, de generar una reducción de costos en la operación del sistema eléctrico ecuatoriano.

Subestación San Rafael, en operación el patio de 500 kV.

Línea de transmisión San Rafael - Coca Codo Sinclair a 500 kV.

Línea de transmisión San Rafael - el Inga, 1er circuito, a 500 kV.

Línea de transmisión Taday - Taura a 230 kV.

CONCLUSIONES:

Se debe de fomentar nuevas aplicaciones y técnicas de transmisión, para una mejor tensión eléctrica. Obtener las disposiciones correctas para una mejor ejecución dentro de las líneas de transmisión.

Comprobar que todo este correctamente y en buen estado para así utilizar los métodos y técnicas adecuados.

Se ha realizado un análisis del estado actual del sector eléctrico, se identificó que: un crecimiento importante en infraestructuras, implicará que los estudios pre-operativos deberán ser elaborados con mucha más frecuencia, ya que todos los futuros proyectos a ser incorporados, por normativa deben contar la aprobación de los estudios eléctricos mencionados.

Se ha realizado la caracterización actual y planificada a mediano plazo de; la generación eléctrica, estructura de transmisión, demanda y consumo de energía eléctrica, cobertura del servicio de energía eléctrica, potencialidad energética del sistema eléctrico.

II. Bibliografía

2013-2022, C. (s.f.). *celec.gob.ec*. (consejo nacional de electrificación) Recuperado el 26 de enero de 2019, de *celec.gob.ec*: https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/Plan%20expansion/part%20e%201.pdf

Bafalliu, A. (2004). *Incidencia de las lineas aereas de transmision*. Madrid: Anagrama.

Ferreiro, G. (2014). *proyecto delineas de transmision*. Valladolid: Miraflores.

Hijaro, F. (2015). *lineas de transmision*. México: Anagrama.

LOPEZ, Y. E. (2012). *Diseño de redes de distribución eléctrica de media y baja tension para la normalización del barrio el piñoncito de campo de la cruz*. Barranquilla.

www.escolapedia.com. (s.f.).

