



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
“RECEPCIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN SEMILLA 2014”
Campus Politécnico “José Rubén Orellana Ricaurte”

Número de Proyecto PIS No.	Fecha: 23/5/2014
PIS-14-18	Hora: 15:06
Nombre del Proyecto:	
“Elaboración y Propuesta del Código de Red para el Sistema Eléctrico Ecuatoriano”	
Director:	
SALAZAR YEPEZ GABRIEL BENJAMÍN	
Departamento: ENERGÍA ELÉCTRICA	

Firma de Entrega


Firma de recepción



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (Internos, Semilla, Inter y Multidisciplinarios, Externos):

Área del proyecto: Ciencias Básicas Ciencias Aplicadas

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRONICA

DEPARTAMENTO: ENERGÍA ELÉCTRICA

LINEA DE INVESTIGACIÓN: SISTEMAS DE POTENCIA
(verificable en el SAEW)

1 Proyecto de Investigación

Título: ELABORACIÓN Y PROPUESTA DEL CÓDIGO DE RED PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO ECUATORIANO

RESUMEN DEL PROYECTO

Los Códigos de red, debido a su necesidad, empezaron a desarrollarse intensivamente hace aproximadamente 15 años en muchos países alrededor del mundo. Constituyen instrumentos necesarios para normar el ingreso de generadores convencionales y no convencionales a la red de un sistema eléctrico con el propósito de que este ingreso no signifique afectación a la operación del sistema y por el contrario, se procuren aportes derivados del ingreso de generadores a la red.

UN CÓDIGO DE RED se define como:

- Instructivos en los cuales se detallan las características técnicas y operacionales de plantas de generación y diferentes partes involucradas en la producción, transporte y consumo de energía eléctrica. Con el fin de asegurar niveles de calidad, seguridad y confiabilidad de suministro eléctrico.
- Es un documento técnico que contiene las normas que gobiernan la operación, mantenimiento y desarrollo de un sistema de potencia.

Ecuador tiene procedimientos relacionados con la operación de sistemas de potencia y del mercado eléctrico; pero un CÓDIGO DE RED como tal, en el cual se especifiquen los requerimientos de los sistemas de generación y transmisión para una operación segura y confiable, no existe. Los países tomaron la decisión de emitir estos códigos ante el ingreso de Generación Renovable con recurso no gestionable y fluctuante (Eólica, fotovoltaica). En Ecuador, es necesario la creación de este código debido al ingreso masivo de centrales de generación convencional y no convencional que está existiendo.

PALABRAS CLAVE: Códigos de Red, Estudios Eléctricos, Operación de Sistemas de Potencia.



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**



	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo General: Elaborar una propuesta de un Código de Red para el sistema eléctrico ecuatoriano sobre la base de estudios técnicos y análisis de códigos de red de otros países. • Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Realizar un análisis de la normativa ecuatoriana en relación a los requisitos y estudios requeridos para permisos de conexión al sistema nacional de transmisión. ○ Investigar respecto de Códigos de Red en países con gran desarrollo en el área. ○ Adquirir experiencias de países con desarrollo adecuado de Códigos de Red. ○ Elaborar una propuesta de Código de Red para el Ecuador. <p>Hipótesis:</p> <p>El Ecuador requiere la elaboración, publicación y puesta en vigencia de un Código de Red que instruya muy claramente respecto de los estudios requeridos, equipamiento necesario, parametrización de sistemas de control y protección, etc, para las centrales de generación no convencional que quieran lograr permisos de conexión al sistema nacional de transmisión del Ecuador.</p> <p>El ingreso cada vez más frecuente de generación no convencional al sistema nacional de transmisión ecuatoriano, trae consigo perturbaciones eléctricas que pueden llegar a afectar la confiabilidad y seguridad en la operación del sistema eléctrico. Ante esta realidad un procedimiento que determine requisitos para permitir la conexión preservando la estabilidad de los sistemas eléctricos se vuelve una herramienta necesaria.</p> <p>Resultados esperados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe con análisis normativo para operación del sistema eléctrico ecuatoriano. • Informe con el Estado del Arte en relación a Códigos de Red en Otros Países y Tecnologías de Generación No Convencional. • Informe con la propuesta de estructura del Código de Red para el Ecuador. • Informe con Estudios Eléctricos de Estado Estable y Estado Dinámico y análisis de resultados. • Documento con la propuesta del Código de Red para el Ecuador. <p>Potenciales Usuarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escuela Politécnica Nacional • Consejo Nacional de Electricidad • Centro Nacional de Control de Energía • Empresa Nacional de Transmisión, CELEC – EP TRANSELECTRIC
5	<p>Relevancia de esta propuesta de investigación con los objetivos científicos del departamento y su Línea de Investigación.</p> <p>El proyecto de investigación tiene relevancia con varios objetivos del departamento de energía eléctrica; en particular con objetivos de las áreas de: sistemas eléctricos de potencia, dinámica de máquinas, confiabilidad de sistemas de potencia, protecciones eléctricas, energías renovables y operación de sistemas de potencia.</p> <p>El proyecto de investigación permitirá reforzar los conocimientos en relación a nuevas tecnologías de generación no convencional, sistemas de control de generadores y equipo de compensación de potencia reactiva. Asimismo se recopilará importante información relacionada a la operación confiable y segura de sistemas eléctricos ante el ingreso de generación no convencional con recurso no gestionable.</p> <p>Se realizarán exhaustivos estudios eléctricos en estado estable y en estado dinámico, lo cual permitirá contar con instructivos y guías para prácticas de laboratorio en cada una de las áreas.</p> <p>Se desarrollarán temas de tesis de pregrado en Ingeniería Eléctrica con una parte del desarrollo del presente proyecto de Investigación.</p>
6	<p>Descripción del proyecto, metodología, cronograma de trabajo y justificación del equipo requerido</p>



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE

INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto consiste en la elaboración y propuesta de un Código de Red para el Sistema Eléctrico Ecuatoriano, para lo cual se han previsto las siguientes ETAPAS:

ETAPA 1: Estudio de la Normativa Relacionada Existente en el Ecuador

En esta etapa se estudiarán toda la normativa (Leyes, Reglamentos, Resoluciones, Procedimientos, Etc) que tenga relación con operación del sistema eléctrico ecuatoriano.

Se recopilará toda esta normativa y se hará una lectura y estudio minucioso de la misma para determinar lineamientos para la conexión y operación de sistemas de generación y transmisión. Se realizará una tabla en la cual se coloquen los resultados encontrados.

ETAPA 2: Estudio del Estado del Arte a nivel mundial en relación a Códigos de Red

Se recopilará información de varios Códigos de Red que se han desarrollado a nivel mundial. Con esta información se realizará un análisis comparativo en relación a la estructura y aportes en cada uno de estos códigos. Se obtendrán conclusiones adaptadas a las características del sistema eléctrico ecuatoriano.

Esta información servirá de base para dos etapas posteriores, en primer lugar para seleccionar un sitio de pasantía en donde exista un Código de Red con características adecuadas y como base para la propuesta de estructura de un código de red para el Ecuador.

ETAPA 3: Estudio del Estado del Arte a nivel mundial en relación a tecnologías de generación no convencional y sus sistemas de control

Sobre la base de investigación documental, se recopilarán las tecnologías aplicadas a nivel mundial en relación a generadores no convencionales y sus sistemas de control, tales como: modelos de aerogeneradores, sistemas de control de centrales eólicas, modelos de inversores para centrales fotovoltaicas y eólicas, etc.

ETAPA 4: Pasantía corta en Operadores de Red en Países con Códigos de Red recientes

Luego de seleccionar un país con sistemas eléctricos de características similares al ecuatoriano y con desarrollo importante en Códigos de Red, se coordinará una pasantía técnica de corta duración (3 – 5 días) para cada miembro del equipo del proyecto. En esta visita se recopilará experiencia en el desarrollo y en los estudios que fundamentaron al código de red.

ETAPA 5: Propuesta de Estructura de Código de Red para el Sistema Eléctrico Ecuatoriano

Sobre la base de la información y análisis levantados en la bibliografía y en las pasantías realizadas, se propondrá una estructura de Código de Red para el Ecuador en el cual se incluyan todos los capítulos relacionados con la operación segura y confiable de sistemas de potencia ante el ingreso de nuevas centrales de generación. En esta etapa se realizarán reuniones de trabajo con organismos técnicos y regulatorios del sector eléctrico ecuatoriano.

ETAPA 6: Estudios Eléctricos en Estado Estable para fijación de parámetros

Se propondrá un instructivo detallando todos los estudios en estado estable que deban realizarse para obtener los permisos de conexión al sistema nacional de transmisión del Ecuador. Se propondrán las simulaciones a realizarse y los escenarios a considerarse.

También en esta etapa se realizarán estudios eléctricos en estado estable para la situación actual y para escenarios de expansión. A través de estos estudios se determinarán zonas de riesgo, equipamiento y parámetros a incluirse dentro del detalle del código de red.

ETAPA 7: Estudios Eléctricos en Estado Dinámico para fijación de parámetros

Se propondrá un instructivo detallando todos los estudios en estado dinámico que deban realizarse para obtener los permisos de conexión al sistema nacional de transmisión del Ecuador. Se propondrán las simulaciones a realizarse, los escenarios a considerarse y los tipos de contingencias a simularse.

También en esta etapa se realizarán estudios eléctricos en estado dinámico para la situación actual y para escenarios de expansión. A través de estos estudios se determinarán zonas de riesgo, equipamiento y parámetros a incluirse dentro del detalle del código de red.



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**



ETAPA 8: Socialización de metodología y resultados con entidades como: CONELEC, CELEC EP – TRANSELECTRIC, CENACE

Se mantendrán reuniones técnicas para análisis de resultados obtenidos y recopilación de aportes y comentarios de técnicos de las entidades del Sector Eléctrico Ecuatoriano. Asimismo, se mantendrán reuniones con funcionarios del Organismo Regulador para estructurar el instrumento normativo que permita la aplicación del Código de Red en el Ecuador.

ETAPA 9: Propuesta de Código de Red

Se elaborará un documento final con el informe y la propuesta del Código de Red para el Ecuador. El cual contenga los análisis y aportes de los Organismos del Sector Eléctrico Ecuatoriano.

METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

Se aplicarán metodologías de investigación exploratoria, descriptiva y explicativa, considerando como principales componentes:

Revisión bibliográfica: Revisión de normativa, documentos técnicos, procedimientos, regulaciones de publicaciones nacionales relacionada con la operación de sistemas eléctricos de potencia.

Investigación Documental: Investigación de información, documentos técnicos, informes técnicos, informes de grupos de trabajo, trabajos de tesis, etc, relacionados con Códigos de Red a nivel mundial.

Análisis Comparativo: Análisis comparativo en cuanto a estructura, contenido y resultados de los diferentes documentos y códigos de red estudiados de distintos países.

Estudios Técnicos: Estudios eléctricos para modelación, simulación, análisis de resultados y obtención de conclusiones en relación a los parámetros a ser colocados en el Código de Red.

Discusiones Técnicas y Normativas: A través de reuniones con grupos técnicos, normativos y regulatorios de los distintos Organismos del Sector Eléctrico Ecuatoriano. Sustentación de tesis y resultados y recopilación de comentarios y aportes.

Socialización y Recepción de Comentarios: Difusión de los principales resultados del proyecto de investigación en varias instancias académicas, técnicas y regulatorias y compilación y consideración de aportes.

Síntesis y Presentación de Resultados Finales: Análisis de los productos, revisiones, reuniones de todas las Etapas del trabajo de investigación y elaboración de informes finales.

Elaboración de Artículos Técnicos: Guía y redacción de Artículos Técnicos e Informes de Proyectos de Titulación.

CRONOGRAMA DE TRABAJO ANUAL:

Actividad	MESES					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
Estudio de la Normativa Relacionada Existente en el Ecuador	●					
Estudio del Estado del Arte a nivel mundial en relación a Códigos de Red	●					
Estudio del Estado del Arte a nivel mundial en relación a tecnologías de generación no convencional y sus sistemas de control	●	●				
Pasantía corta en Operadores de Red en Países con Códigos de Red recientes		●	●			
Propuesta de Estructura de Código de Red para el Sistema Eléctrico Ecuatoriano		●	●			
Estudios Eléctricos en Estado Estable para fijación de parámetros			●	●		
Estudios Eléctricos en Estado Dinámico para fijación de parámetros			●	●	●	
Socialización de metodología y resultados con entidades como: CONELEC, CELEC EP – TRANSELECTRIC, CENACE					●	●
Propuesta de Código de Red						●



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**


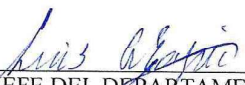


7	JUSTIFICACIÓN DEL EQUIPO REQUERIDO	
	<ul style="list-style-type: none"> • Computador Laptop Intel Core I7 (por adquirir): Para instalación de software de simulación de sistemas eléctricos de potencia, creación de base de datos del sistema nacional interconectado, presentaciones técnicas en reuniones con Organismos Nacionales e Internacionales, para estudios durante las pasantías. • Computadora Desktop Intel Core I7 (por adquirir): Para instalación de software de simulación de sistemas eléctricos de potencia, creación de base de datos del sistema nacional interconectado, trabajo en sitio para los pasantes y tesistas. • Impresora Láser Jet Color (por adquirir): Impresión de documentos de análisis, mapas, diagramas, reportes preliminares, reportes finales. • Libros Técnicos (por adquirir): Libros de tópicos relacionados tales como: sistemas de potencia, energías renovables, máquinas eléctricas, operación y confiabilidad de SEP. • Normas Técnicas (por adquirir): Adquisición de normas técnicas internacionales relacionadas con el ámbito del estudio. 	
	Fecha de inicio	
	Agosto de 2014	
8	Tiempo dedicación docentes, infraestructura, equipamientos y fondos adicionales.	
	TIEMPOS DE DEDICACIÓN SEMESTRAL:	
	<ul style="list-style-type: none"> - Director de proyecto, Dr. Gabriel Salazar: 160 horas semestre. - Docentes participantes, Dr. Hugo Arcos: 90 horas semestre. - Docentes participantes, Dr. Carlos Gallardo: 90 horas semestre. - Otros colaboradores, tesista 1: 100 horas semestre. - Otros colaboradores, tesista 2: 100 horas semestre. 	
	INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	
	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora Desktop Intel Core I7: asignada a Director del Proyecto. • Computadora Desktop Intel Core I7: asignada a Docente Participante. • Computadora Desktop Intel Core I7: asignada a Docente Participante. • Libros Técnicos: propiedad de los docentes participantes. 	
	OTROS FONDOS DE OTROS ORGANISMOS	
9	Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto	
	<u>Año 1</u>	
	Lista de ítems (por favor especifique)	Cantidad solicitada (US \$)
	1. Contratación de pasantes	1 500,00
	Subtotal	
	2. Equipos	2 500,00
	Subtotal	
	3. Reactivos y materiales de laboratorio	0000
	Subtotal	
	4. Literatura especializada	1 000,00
	Subtotal	
	5. Viajes técnicos y de muestreo	5 000,00
	Subtotal	
	6. Presentación de ponencias en congresos internacionales	0000



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



	Subtotal	
	TOTAL AÑO 1 (Proyectos Semilla hasta US\$ 10.000,00 más IVA) (Proyectos Inter y Multidisciplinarios US\$ 40.000,00 más IVA)	
	TOTAL	10 000,00
10	 Nombre: Gabriel Benjamín Salazar Yépez CC: 1710808179	Este valor no incluye el IVA
DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO		
<p>Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Energía Eléctrica, en Sesión del <u>23.Mayo.2014</u> mediante Resolución No. <u>.../...</u> y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.</p>		
 JEFE DEL DEPARTAMENTO Nombre: <u>LUIS TAPIA</u> CC: <u>170277000-7</u>		<u>Quito, 23 de junio de 2014</u>