



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: SINTONIZACIÓN DE ESTABILIZADORES DE POTENCIA DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO ECUATORIANO

RESUMEN DEL PROYECTO

La presencia de oscilaciones electromecánicas en sistemas eléctricos de potencia (SEP) es una característica inherente en este tipo de sistemas y mientras el amortiguamiento asociado con este tipo de oscilaciones se encuentra dentro de los límites considerados como aceptables para su operación continua, el surgimiento de éstas no se considera una amenaza para la operación segura del SEP. Atención particular merecen aquellas condiciones operativas caracterizadas por un bajo amortiguamiento a oscilaciones electromecánicas, para dichas condiciones la probabilidad de inestabilidad oscilatoria, tendiente a llevar al sistema al límite del colapso, toma valores considerables; requiriéndose de acciones operativas que significan el distanciarse de un óptimo económico y en ciertos casos el deslastre de bloques de carga.

Uno de los métodos comunes y clásicos que permite mejorar el nivel de amortiguamiento de los sistemas de potencia ante oscilaciones, es el uso de los dispositivos denominados estabilizadores de sistemas de potencia (PSS por sus siglas en inglés) que generalmente forman parte de los sistemas de control de los generadores eléctricos. En el caso particular del Sistema Nacional Interconectado ecuatoriano (SNI) se cuenta con una considerable cantidad de estos dispositivos que en la mayoría de los casos no se encuentran debidamente sintonizados y en ciertos casos han sido desactivados.

En el presente proyecto se plantea la selección y adaptación de una metodología de sintonización de estabilizadores de sistemas de potencia con la finalidad de mejorar ostensiblemente el amortiguamiento ante oscilaciones electromecánicas del SNI. Para el efecto se plantea:

- Realizar un levantamiento en campo de información del tipo, estado operativo y parametrización de los estabilizadores de sistemas de potencia con los que cuentan las principales centrales de generación del sistema de potencia nacional;
- Modelar los elementos de estabilización y corroborar la modelación dinámica del SNI con la que cuentan las instituciones del sector eléctrico ecuatoriano.
- Implementar la metodología de sintonización de PSS al SNI.
- Realizar una sintonización piloto de los elementos de estabilización en centrales de generación representativas.

Los resultados obtenidos podrán ser validados utilizando las tecnologías de medición fasorial con las que actualmente cuenta el Centro Nacional de Control de Energía CENACE.

PALABRAS CLAVE: Sintonización de PSS, Oscilaciones Electromecánicas en SEP, Seguridad Operativa.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



4	<p>Objetivos, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Objetivo General: selección y adaptación de una metodología de sintonización de PSS para mejorar el amortiguamiento ante oscilaciones electromecánicas del SNI.• Objetivos Específicos:<ul style="list-style-type: none">○ Realizar un levantamiento en campo de información del tipo, estado operativo y parametrización de los PSS de las principales centrales de generación del SNI;○ Modelar los elementos de estabilización y corroborar la modelación dinámica del SNI.○ Implementar metodología de sintonización de PSS al SNI.○ Realizar una sintonización piloto de los elementos de estabilización en centrales de generación representativas. <p>Hipótesis: El Sistema Nacional Interconectado ecuatoriano cuenta con una considerable cantidad de dispositivos estabilizadores de potencia que en la mayoría de los casos no se encuentran debidamente sintonizados y en ciertos casos han sido desactivados. El sistema interconectado Colombia – Ecuador presenta modos de oscilación inter-áreas que han demostrado ser propensos a llevar al sistema a condiciones inestables con alto riesgo de colapso.</p> <p>La utilización de PSS en sistemas eléctricos de potencia a nivel mundial ha demostrado ser una herramienta efectiva y el estado del arte en relación a metodologías de sintonización del PSS tiene un desarrollo suficiente como para garantizar los resultados que se esperan del proyecto.</p> <p>Resultados esperados:</p> <ul style="list-style-type: none">• Documentación del proceso de selección del método de sintonización – revisión del estado del arte.• Aplicación metodológica en el Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano• Base de datos dinámica debidamente actualizada del SNI.• Memorias de cálculos y simulaciones• Mejora medible del amortiguamiento de oscilaciones electromecánicas al realizar una sintonización piloto de los elementos de estabilización en centrales de generación representativas <p>Potenciales Usuarios:</p> <ul style="list-style-type: none">• Escuela Politécnica Nacional• 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 y operación de sistemas de potencia.</p> <p>El proyecto de investigación permitirá reforzar los conocimientos en relación a sistemas eléctricos de potencia y sistemas de control de generadores. Asimismo se recopilará importante información relacionada a la modelación matemática del sistema eléctrico nacional y a las condiciones operativas que actualmente lo caracterizan.</p> <p>Se realizarán exhaustivos estudios eléctricos de estabilidad transitoria y de pequeña señal, 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 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 plantea la selección y adaptación de una metodología de sintonización de los equipos estabilizadores de potencia del SNI con la finalidad de mejorar el amortiguamiento ante oscilaciones electromecánicas del sistema eléctrico nacional. Para el efecto se plantea:

FASE 1: Estudio del estado del arte.- Se realizara una revisión bibliográfica exhaustiva que permita la selección de la metodología a ser utilizada en la sintonización de los PSS del SNI.

FASE 2: Levantamiento en campo.- Se recopilará información del tipo, estado operativo y parametrización de los estabilizadores de sistemas de potencia con los que cuentan las principales centrales de generación del sistema de potencia nacional.

FASE 3: Estructuración de base de datos.- En base al levantamiento de campo, se realizará la modelación de los elementos de estabilización y se corroborará la modelación dinámica del SNI con la que cuentan las instituciones del sector eléctrico ecuatoriano. En relación a este último aspecto se probará el desempeño de la base de datos, a ser solicitada a CENACE, con la finalidad de detectar posibles errores a ser mejorados.

FASE 4: Aplicación de metodología propuesta.- La base de datos estructurada permitirá aplicar y probar la metodología propuesta para la sintonización de PSS. Esta fase implica la realización de diversas simulaciones y cálculos y es la más onerosa en cuanto a tiempo y utilización de software.

FASE 5: Piloto de Sintonización.- Los resultados obtenidos en etapa de simulación en gabinete, tienen importancia para el sistema de potencia cuando son aplicados en campo en la sintonización de los elementos de estabilización de centrales de generación representativas del SNI.

FASE 6: Validación de resultados.- El efecto de la sintonización piloto, podrá ser validado utilizando las tecnologías de medición fasorial con las que actualmente cuenta el Centro Nacional de Control de Energía CENACE.



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



METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

Revisión bibliográfica:

Revisión de documentos y artículos técnicos relacionados con la sintonización de PSS en sistemas eléctricos de potencia.

Discusiones Técnicas:

A través de reuniones con grupos técnicos del operador del sistema se socializará la metodología propuesta con la finalidad de recopilar sus comentarios y aportes.

Estudios Técnicos:

Estudios eléctricos para modelación, simulación, análisis de resultados, en el marco de la aplicación metodológica de sintonización de PSS que se realice en el SNI.

Síntesis, Análisis y Presentación de Resultados Finales:

Análisis de los productos, revisiones, reuniones de presentación de los resultados 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 del estado del arte	●	●				
Levantamiento en campo	●	●				
Estructuración de base de datos		●	●			
Aplicación de metodología propuesta			●	●	●	
Piloto de Sintonización					●	
Validación de resultados						●

JUSTIFICACIÓN DEL EQUIPO REQUERIDO

- **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 operador del sistema, 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.
- **Actualización de Licencia del Software DigSilent Power Factory (por realizar):** La licencia requerida corresponde a la versión 15.1.0 o superior sin límite del número de barras.
- **Libros Técnicos (por adquirir):** Libros de tópicos relacionados tales como: sistemas de potencia, máquinas eléctricas, sistemas de control, operación de SEP.
- **Normas Técnicas (por adquirir):** Adquisición de normas técnicas internacionales relacionadas con el ámbito del estudio.

7	Fecha de inicio Agosto de 2014
8	Tiempo dedicación docentes, infraestructura, equipamientos y fondos adicionales.



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



TIEMPOS DE DEDICACIÓN SEMESTRAL:

- Director de proyecto, Dr. Hugo Arcos: 90 horas semestre.
- Docentes participantes, Dr. Gabriel Salazar: 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

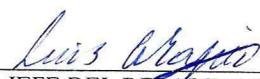
- Computadora Desktop Intel Core I7: asignada a Director del Proyecto.
- Computadora Desktop Intel Core I7: asignada a Docente Participante.
- Computadora Desktop Intel Core I7: asignada a Docente Participante.
- Libros Técnicos: propiedad de los docentes participantes.

OTROS FONDOS DE OTROS ORGANISMOS

9		Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto	
Año 1			
	Lista de ítems (por favor especifique)	Cantidad solicitada (US \$)	
	1. Contratación de pasantes	2 000,00	
	Subtotal		
	2. Equipos	1 000,00	
	Subtotal		
	3. Reactivos y materiales de laboratorio	0000	
	Subtotal		
	4. Literatura especializada	1 000,00	
	Subtotal		
	5. Viajes levantamiento de información	4 000,00	
	Subtotal		
	6. Presentación de ponencias en congresos internacionales	2000,00	
	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: Hugo Neptalí Arcos Martínez CC: 1712025764	Este valor no incluye el IVA	

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Energía Eléctrica, en Sesión del 23 de Mayo 2014 mediante Resolución No. 13 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.


 JEFE DEL DEPARTAMENTO

Quito, 23 de junio de 2014



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



Nombre: Luis Tapia
CC: 170277000-7