



A. PROPUESTA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNO SIN FINANCIAMIENTO

1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Básica		Aplicada	X
--------	--	----------	---

2. UNIDAD EJECUTORA:

1. Departamento de Energía Eléctrica

3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

1. Estudios de SEP en Estado Estable y Dinámico, Confiabilidad.

4. TÍTULO DEL PROYECTO:

Diseño de Controladores Híbridos-Inteligentes para Amortiguar Oscilaciones de Baja Frecuencia en Tiempo Real, utilizando Descomposición de la Señal, Inteligencia Artificial y el Método del Residuo.

5. RESUMEN

La cadena de producción de energía eléctrica tiene como objetivo principal brindar el mejor servicio a los usuarios. Por lo que su estabilidad es un factor importante en el normal abastecimiento de los sistemas de potencia, en los últimos años el sistema eléctrico ecuatoriano ha expandido su parque de generación de una forma vertiginosa incorporando nuevas centrales con sus respectivos elementos de control los cuales afectan directamente el comportamiento del sistema, estableciéndose la necesidad de incorporar métodos de análisis para la parametrización de los mismos contribuyendo al mejoramiento de la estabilidad, desde esta perspectiva la implementación de estabilizadores de sistemas de potencia (PSS) ha demostrado ser un método que aporta al mejoramiento de la estabilidad.

Por lo indicado se considera la necesidad de investigar la aplicación de algoritmos de optimización adaptativos para la sintonización no solo de los PSS, sino de los controladores de potencia.

Mediante la aplicación de herramientas de optimización mejorar la estabilidad de pequeña señal y transitoria del sistema, con la sintonización de controladores inteligentes, comparar su desempeño con la información obtenida en tiempo real y corregir los errores con el residuo en tiempo real.

6. PALABRAS CLAVE

Optimizadores heurísticos, estabilizadores de potencia, controladores inteligentes, residuo, prony, descomposición modal.



7. OBJETIVOS

7.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología híbrida que permita coordinar controladores de potencia utilizando técnicas eurísticas basadas en simulaciones, y que son corregidas en tiempo real utilizando descomposición de la señal obtenida de la tecnología de medición sincrofasorial y el método del residuo, a fin de amortiguar las oscilaciones correspondientes a la estabilidad oscilatoria en el dominio de la frecuencia y estabilidad transitoria en el dominio en el tiempo.

7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Ubicar controladores de potencia en generadores del sistema utilizando el método del residuo.
- b. Determinar los modos de oscilación electromecánicos de las señales de las Unidades de Medición Sincrofasorial utilizando, mínimos cuadrados, descomposición modal, y método prony.
- c. Coordinar controladores de potencia utilizando los algoritmos: Grasshoper Optimization, Differential Evolution y Whale Optimization.
- d. Crear un Controlador Híbrido Inteligente combinando los algoritmos de optimización, y corregir a través del método del residuo.
- e. Aplicar la Metodología tanto al Sistema New England como al Sistema Nacional Interconectado utilizando PMUs virtuales.

8. HIPÓTESIS

- a. Diariamente en el sistema eléctrico de potencia (SEP) se presentan perturbaciones/eventos que afectan la estabilidad, por lo cual son operados al borde de sus límites técnicos; condición que ha incrementado la complejidad en la operación y supervisión. Situación que demanda establecer un método de sintonización que se adapte a las necesidades operativas.
- b. A través de medidas fasoriales es posible monitorear el sistema; sin embargo, no tienen la capacidad para procesar señales que permita establecer controles adaptivos, para lo cual se hace necesario llevar a cabo un análisis para determinar las características de las oscilaciones que permitan adaptar el sistema de control, mediante la evaluación y mejora de la estabilidad del sistema por medio de un adecuado amortiguamiento de oscilaciones.

9. DETALLE DE LOS RESULTADOS ESPERADOS

- a. Metodología para la ubicación de los controladores en generadores del sistema usando el método del residuo.
- b. Metodología para la sintonización y coordinación de los controladores por medio de tres métodos heurísticos.
- c. Creación del método híbrido combinando técnicas heurísticas, validados por los índices de controlabilidad y observabilidad.
- d. Metodología para el cálculo de los residuos de simulación y reales.
- e. Controladores híbridos inteligentes que descomponen la señal obtenidas de los PMUs y a través mediciones locales llevan los polos de la zona estable poco amortiguada a la zona estable y amortiguada.

10. IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de un sistema eléctrico de potencia es la de suministrar la energía necesaria para el desarrollo de las distintas actividades de un país, siendo evidente que la falta de abastecimiento a los distintos consumos afecta al normal desenvolvimiento de la sociedad. Ya sea que las interrupciones del



servicio se deban a fallas grandes o a situaciones operativas debido a una lenta respuesta de los sistemas de control que afecta la estabilidad del sistema; por lo que el incremento en la robustez de los sistemas de control del parque de generación permite reducir al mínimo la vulnerabilidad del sistema eléctrico de potencia.

Desarrollar herramientas que permitan mejorar la calidad y continuidad del servicio se constituye en un trabajo continuo ya que es necesario cubrir el crecimiento de la demanda de los consumidores.

La producción de energía eléctrica requiere disponer de una central con una potencia suficiente de generación acorde a las condiciones operativas que debido a la clase y modos de uso hace que se presenten variaciones que afectan la continuidad del servicio. Así, el contar con herramientas metodológicas que permitan reducir la vulnerabilidad del sistema mediante una adaptabilidad a las condiciones operativas cada vez más exigentes del sistema permiten disminuir la probabilidad de racionamientos de energía eléctrica.

Casi todas las metodologías utilizadas hasta la actualidad para amortiguar oscilaciones de potencia, utilizan simulaciones, y cuando se aplican en tiempo real no funcionan ya que obtiene un residuo de simulación que normalmente es muy diferente al real. Esta propuesta además de corregir este problema, calcula el residuo real en base de la descomposición de la señal, y en tiempo real corrige el problema para que no actúen las protecciones del sistema que ocasionan desconexión de elementos que afectan aún más al sistema.

11. ESTADO DEL ARTE, E INVESTIGACIONES PREVIAS DEL EQUIPO

A continuación, se presentan las publicaciones más relevantes que tienen relación con esta propuesta de investigación:

- Contribution of variable-speed wind farms to damping of power system oscillations

P Ledesma, C Gallardo 2007 IEEE Lausanne Power Tech, 190-194 38 2007

- Estabilidad y amortiguamiento de Oscilaciones en Sistemas eléctricos con alta penetración eólica.

C Gallardo Getafe, Julio 25 2009

- Optimum location and tuning of PSS devices considering multi-machine criteria and a heuristic optimization algorithm

HB Flores, JC Cepeda, CF Gallardo 2017 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference-Latin America 5 2017

- Design and coordination of wind stabilizers for damping power system oscillations using modal decomposition

C Gallardo 2009 IEEE International Electric Machines and Drives Conference, 1815-1819 5 2009

- Analysis of inter-area mode oscillations using a PSS for variable speed wind power converter and modal decomposition

C Gallardo, P Ledesma Proceedings of the 7th WSEAS international conference on application of ... 3 2008

- Residue Method Evaluation for the Location of PSS with Sliding Mode Control and Fuzzy for Power Electromechanical Oscillation Damping Control

JA Oscullo, CF Gallardo IEEE Latin America Transactions 18 (01), 24-31 1 2020

- Function approximation with neural networks for obtaining an operating point sufficiently small signal stable in power systems including wind parks



C Gallardo, P Ledesma 2009 IEEE International Electric Machines and Drives Conference, 845-850 1 2009

- Modification of power system linearization at the operating point to improve the stability in power systems including wind parks

C Gallardo, P Ledesma 2008 IEEE International Conference on Electro/Information Technology, 183-186 1 2008

- Adaptive Tuning of Power System Stabilizer Using a Damping Control Strategy Considering Stochastic Time Delay

JAO Lala, CF Gallardo IEEE Access 8, 124254-124264 2020 REGULAR ISSUE: Electronics, Energy and European Journal of Electrical Engineering

- Optimal location of sliding mode control and power system stabilizers in order to damp electromechanical oscillations using the residue

C Gallardo, M Herrera, M Ocaña, E Guanochanga, O Camacho, 2017 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference-Latin America ... 2017

- Análisis de Estabilidad Angular del Sistema Eléctrico Ecuatoriano con Alta Penetración Eólica.

C Gallardo, D Andagoya, G Salazar, H Arcos Revista Politécnica 33 (1) 2014

- Cambio del Control de la Potencia Activa en los Aerogeneradores de Velocidad Variable del Sistema Peninsular Español para Amortiguar Oscilaciones de Potencia

C Gallardo, A Rosales Revista Politécnica 32 2013

- Mejora de la Estabilidad de Pequeña Señal en el Sistema New England utilizando Inteligencia Artificial

C Gallardo, A Rosales Revista Politécnica 32 2013

- Influencia de la Energía Eólica en la Estabilidad del Sistema

DCG Ph.D) Editorial Académica Española ISBN978-3-659-01909-8 2012

- Methods for obtaining an operating point sufficiently small signal stable in power systems including wind parks

P Ledesma, C Gallardo Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Applied ... 2008

- Predicting, controlling and damping inter-area mode oscillations in power systems including wind parks

P Ledesma, C Gallardo Proceedings of the 3rd IASME/WSEAS international conference on Energy 2008

- Small Signal Stability Enhancement of a Multimachine Power System Using Probabilistic Tuning PSS Based in Wide Area Monitoring Data Small Signal Stability Enhancement of a ...

J Oscullo, C Gallardo

- Tuning and Location of PSS in Multimachine Power System with State Feedback Control for Electromechanical Oscillation Damping Control Tuning and Location of PSS in Multimachine ...

J Oscullo, C Gallardo

- Ubicación de PSS y Control de Modos Deslizantes para Amortiguar Oscilaciones en el Sistema Nacional Interconectado



C Gallardo, E Guanochanga, M Cuichan, M Ocaña, M Espinoza

- Improvement of Transient Stability in the Galápagos Hybrid System using and UPFC

C Gallardo, M Espinoza

12. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO, INCLUIDO METODOLOGÍA

En los últimos años gracias a la posibilidad de monitorear el comportamiento dinámico del SEP, a través de sincrofasores obtenidos de la señal sinusoidal de voltaje y corriente AC de las barras del sistema; los mismos que presentan una referencia angular, que por lo general es una onda coseno de frecuencia nominal, sincronizada con el tiempo UTC (Universal Time Coordinated). Estos son procesados a través de las unidades de medición fasorial (phasor measurement unit – PMU) que determinan el estado estable y dinámico [1]. Las PMUs adecuadamente localizadas en el sistema, más algoritmos avanzados de procesamiento digital de señales, permiten disponer de mediciones distribuidas en el SEP esta estructura conforma el denominado sistema de medición global (WAMs). A través de medidas fasoriales es posible monitorear el sistema; sin embargo, no tienen la capacidad para procesar señales que permita establecer controles adaptivos, para lo cual se hace necesario llevar a cabo un análisis para determinar las características de las oscilaciones que permitan adaptar el sistema de control, mediante la evaluación y mejora de la estabilidad del sistema por medio de un adecuado amortiguamiento de oscilaciones [2]. Siendo necesario para las condiciones dinámicas incorporar herramientas de procesamiento de señales a las medidas sincrofasoriales, debido a que las perturbaciones generan transitorios que distorsionan las señales de voltaje y corriente como: variación de frecuencia, oscilaciones, armónicos y aparición de picos que afectan las mediciones lo cual determina la necesidad de utilizar herramientas de análisis de señales que mejoren el desempeño de las mediciones para las aplicaciones de sintonización de los elementos de control de la estabilidad de pequeña señal.

Por lo presentado se observa que aún existen preguntas abiertas sobre la sintonización de los parámetros de los PSS y el uso de otras señales obtenidas de información de la operación en tiempo real del SEP. Por lo que el trabajo de investigación busca estructurar una metodología mediante el análisis de información obtenida de la operación del sistema eléctrico en las PMU; para el análisis de la estabilidad de pequeña señal de un sistema eléctrico.

En el análisis bibliográfico se han encontrado diferentes metodologías para la ubicación, sintonización de parámetros del PSS en un sistema de potencia en base a diferentes criterios. Sin embargo, lo propuesto en el trabajo presenta la posibilidad de explorar una sintonización adaptativa que permita a más de la localización del PSS, sintonizar los parámetros del PSS mediante información en tiempo real con metodologías propuestas para el procesamiento de la señal y uso de inteligencia artificial.

Al ser el amortiguamiento de las oscilaciones electromecánicas principalmente entre los generadores sincrónicos de un SEP, para alcanzar una operación segura en un gran sistema de potencia es necesario identificar los distintos modos de oscilación [3].

El monitoreo de la dinámica de un sistema de potencia es posible por el uso de la tecnología de medición fasorial, como se observa en [3], [4] donde se analiza las oscilaciones de baja frecuencia para su identificación y seguimiento de los modos de oscilación para el caso de las oscilaciones entre áreas mediante los factores de amortiguamiento y la frecuencia de las oscilaciones cuantificar el margen de estabilidad de pequeña señal. Para determinar los modelos y el procesamiento de los datos en [4] se resume la identificación estandarizada para los modos electromecánicos y se da una idea general de los conceptos para el análisis de la estabilidad de pequeña señal y del modelado de los componentes principales del SEP como son la máquina sincrónica y PSSs.

La primera vez que se utiliza los vectores propios para determinar los modos de oscilación de interés y las máquinas sincrónicas que presentan mejor efecto en el amortiguamiento siendo las mejores



candidatas para la instalación de PSSs se planteó en [5] donde se observa los cambios en los valores propios del sistema luego de la instalación del PSSs y del nivel de amortiguamiento.

En [6], [7] se presenta una metodología para determinar que PSSs de los generadores a ser cambiados por medio del método del residuo en los que se modifican las señales de realimentación de la entrada/salida más sensible que permitan el desplazamiento del modo de oscilación de interés, una herramienta similar se extiende a la ubicación de dispositivos FACTS (Flexible AC transmission systems) como lo muestra [8]; en todos los casos se consideran que los parámetros de los elementos de control están adecuadamente sintonizados debido a que se considera que los modos de oscilación no son controlables/observables desde un generador sino desde el equipo FACTS.

De igual manera se utiliza PSSs en el sistema de excitación del generador [9], [10] y a través de dispositivos FACTS como: SVC [11], [12] o TCSC [13], [14]. En cada una de las mismas se analiza la mejor ubicación del dispositivo a través de índices obtenidos por medio del método del residuo, el cual se basa en la teoría de control modal de sistemas lineales, y muestran que son de fácil manejo computacional para grandes sistemas; por medio del manejo de las matrices ABCD del sistema a fin de determinar la señal más sensible.

Es a partir de [15] que la sensibilidad obtenida de los valores propios se utiliza para ajustar los parámetros del PSSs considerando que están adecuadamente ubicados ya que se analizó únicamente los modos inter-área, siendo un generador de cada área el escogido para tener el PSSs de manera arbitraria.

El uso de registros obtenidos de las unidades sincrofasoriales para validar los modelos de las unidades generadoras se plantea en [3] a través de indicadores que permitan una verificación de la cualidad del modelo a través de la determinación de los parámetros que se ajusten a la dinámica del sistema.

En [16] se utiliza las mediciones sincrofasoriales de la barra de voltaje de la conexión del generador se determina la velocidad angular del generador sincrónico en el comportamiento dinámico y permita ser utilizada en otros dispositivos de control en el estudio de la estabilidad de pequeña señal.

La sintonización de PSS convencionales buscando un desempeño robusto de los mismos se lo realiza a través del polinomio característico de lazo cerrado evaluado en un intervalo de la frecuencia. El estudio se realiza linealizando las ecuaciones no lineales del sistema; mediante análisis de factores de participación, controlabilidad y observabilidad, se definen los generadores que requieren de un control estabilizador. Una vez seleccionados los generadores y sus controles respectivos, se realiza la sintonización mediante la técnica propuesta del polinomio característico [17]. Mientras que la localización de los PSS se basa en factores de participación e índices de controlabilidad y observabilidad, colocando PSSs en los generadores que se observa que contribuyen de manera importante en el incremento del amortiguamiento de las oscilaciones en el sistema.

El uso de señales obtenidas de las PMUs para diferentes barras del sistema permite la parametrización del PSSs mediante la aplicación de un algoritmo de optimización de partículas (PSO) al analizar las oscilaciones presentadas en la interconexión entre las áreas aplicándose su análisis a sistemas académicos, donde se presenta este tipo de oscilaciones de manera dominante; como lo presenta [18]. La aplicación de técnicas de optimización en base de inteligencia artificial (algoritmo genético y simulación anidada) han permitido obtener resultados adecuados para la determinación de los parámetros del PSSs considerando los parámetros y diversas condiciones de operación del sistema como lo presentan [19], [20]; sin embargo, no describe con detalle la manera de extrapolar las metodologías a sistemas de gran dimensión.

Esta propuesta presentada tiene como objetivo corregir los problemas presentados por todas las metodologías presentadas hasta el momento, porque los resultados obtenidos por medio de simulaciones, a través de modelos estándares para obtener el residuo de simulación, son corregidos en tiempo real, los controladores híbridos inteligentes toman estos resultados como condición



inicial, y en tiempo real corrigen el problema a través de los residuos reales obtenidos de la descomposición de la señal en tiempo real.

La metodología se puede resumir en los siguientes pasos:

1. En primera instancia, se realiza un estudio detallado de la estabilidad de pequeña señal y mediante los residuos, se determina los generadores donde se ubican los controladores de potencia.
2. A seguir, con los resultados de la ubicación se realiza la sintonización de los controladores por medio de tres técnicas heurísticas, que se combinarán para obtener un método híbrido, que permite determinar los mejores parámetros de sintonización de los mismos en el sistema. El modelo de optimización heurística desarrollado mediante inteligencia artificial busca modificar, en cada iteración, los parámetros a ser ingresados en los controladores hasta determinar el óptimo; a través de la optimización de una función objetivo adecuadamente definida, cada controlador usará técnicas híbridas para obtener el residuo de simulación.
3. En una siguiente etapa, se comparará las oscilaciones existentes con las obtenidas de la operación en tiempo real por medio de PMUs virtuales, a fin de establecer una mejor adaptabilidad de los parámetros para ajustar la respuesta de los controladores ante el evento.
4. Finalmente, los controladores híbridos inteligentes, utilizan las oscilaciones obtenidas de la descomposición de la señal para calcular el residuo real, y lleva al polo a la zona segura de operación en tiempo real, ya no utiliza datos de la simulación sino datos obtenidos de las PMUs virtuales.

- [1] A. Phadke, J. Thorp, *Synchronized Phasor Measurements and their Applications*. New York, NY: Springer Science, 2018.
- [2] P. Sauer, M. Pai and J. Chow *Power System Dynamic and Stability with Synchronous Measurement and Power System Toolbox*, New York, NY: Wiley, 2017.
- [3] J. F. Hauer, D. J. Trudnowski, J. G. DeSteele, "A Perspective on WAMS Analysis Tools for Tracking of Oscillatory Dynamics", IEEE/PES General Meeting, Tampa, FL, June 2007.
- [4] Power System Dynamic Performance Committee, Task Force on Identification of Electromechanical Modes, Chair: Juan J. Sanchez-Gasca, "Identification of electromechanical modes in power systems", IEEE/PES, Special publication TP462, June 2012.
- [5] F. P. de Mello, P. J. Nolan, T. F. Laskowski, and J. M. Undrill, "Coordinated application of stabilizers in multimachine power systems," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-99, no. 3, pp. 892-901, 1980.
- [6] N. Martins and L. T. G. Lima, "Determination of suitable locations for power system stabilizers and static var compensators for damping electromechanical oscillations in large scale power systems," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 5, no. 4, pp. 1455-1469, Nov 1990.
- [7] H. F. Wang, "Selection of robust installing locations and feedback signals of facts-based stabilizers in multi-machine power systems," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 14, no. 2, pp. 569-574, May 1999.
- [8] H. Silva, H. Pulgar, J. Mauricio, "Flywheel energy storage model, control and location for improving stability: The Chilean Case", IEEE Transactions on Power Systems, v. 32, n. 4, pp 3111-3119, 2017.
- [9] K.-C. Lee, "Analysis of power system stabilizers application for controlling poorly damped oscillations in the alcan/bc hybrid power systems," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 8, pp. 255-263, Feb 1993.
- [10] R. Farmer and B. Agrawal, "State-of-the-art technique for power system stabilizer tuning," Power Engineering Review, IEEE, vol. PER-3, pp. 38-38, March 1983.
- [11] E.-Z. Zhou, "Application of static var compensators to increase power system damping," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 8, pp. 655-661, May 1993.
- [12] L. Angquist, B. Lundin, and J. Samuelsson, "Power oscillation damping using controlled reactive power compensation-a comparison between series and shunt approaches," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 8, pp. 687-700, May 1993.
- [13] P. Dolan, J. Smith, and W. Mittelstadt, "A study of tcsc optimal damping control parameters for different operating conditions", IEEE Transactions on Power Systems, vol. 10, pp. 1972-1978, Nov 1995.
- [14] N. Yang, Q. Liu, and J. McCalley, "Tcsc controller design for damping interarea oscillations," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 13, pp. 1304-1310, Nov 1998.
- [15] D. R. Ostojic, "Identification of optimum site for power system stabiliser applications," IEEE Proceedings-Generation, Transmission, and Distribution, vol. 135, no. 5, pp. 416-419, 1988.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
VINCULACIÓN



- [16] T. Da Costa, Estimación de Velocidade Angular de Geradores Síncronos para Estudo da Estabilidade a Pequenas Perturbações em Sistemas de Potencia, Tese Doutoral, Universidade de São Paulo, Brazil, Fevereiro 2017.
- [17] J. M. Ramírez-Arredondo, "The closed-loop characteristics polynomial as a mean to obtain robust performance of conventional PSS". Electrical Power and Energy Systems, No. 22, 2000, Pp. 259-268.
- [18] A. Stativa, et. Al, "Optimal Power System Stabilizer Design Using Multiple Wide-Area Input Signals", IEEE Conference on Environment and Electrical Engineering, pp. 34-39, 2014.
- [19] M.H. Soliman, E.H. Bayoumi, F.M. Hassan, "PSO-Based Power System Stabilizer for Minimal Overshoot and Control Constraints", Journal of Electrical Engineering, Vol. 59, No. 3, 2008, pp. 153-159
- [20] M. Dubey, "Design of Genetic Algorithm Based Fuzzy Logic Power System Stabilizers in Multimachine Power System", ISBN 978-1-4244-1763-6, International Conference on Power System Technology and IEEE Power India Conference, Oct. 2008, pp. 1-6.

13. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

Infraestructura	Equipos	
Laboratorios	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Oficina Q/E 207	Computador Desktop Intel Core I7	Oficina Q/E 207 Departamento Energía Eléctrica.
Campus EPN	Licencia Académica Matlab®	
Laboratorio de SEP	Licencia Académica PowerFactory 2020	Departamento Energía Eléctrica.

El Departamento de Energía Eléctrica a través del Laboratorio de Sistemas Eléctricos de Potencia cuenta con la licencia académica de PowerFactory® 2020 y la EPN cuenta con licencias académicas de Matlab®.

Adicional se ha asignado una computadora al Director del Proyecto la cual puede llevar adelante el proyecto.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
VINCULACIÓN



B. DATOS INFORMATIVOS

1. INFORMACIÓN DEL DIRECTOR, COLABORADOR (EPN o EXTERNO) Y COLABORADORES TÉCNICOS

Apellidos y Nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Rol	Título de Mayor Nivel y Mención.
Gallardo Quingatuña Carlos Fabián	0602683401	6	Energía Eléctrica	Director	Doctor en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática
Mauricio Santiago Soria Colina	1803981594	6	Energía Eléctrica	Colaborador	Magister en Electricidad Mención Redes Eléctricas Inteligentes

* HSS =Horas Semana Semestre: Es el número de horas que se dedica por semana a la investigación. Este número de horas se mantiene para todo el semestre



C. DECLARACIÓN FINAL

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una creación original de mi autoría y del equipo de investigadores, y por tanto asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, aceptamos que éstos serán compartidos entre los investigadores y la institución o las instituciones participantes en el proyecto, conforme a lo establecido en el COESC.
- Que el equipo de investigadores y/o instituciones participantes se comprometen a mantener la confidencialidad de la información si ésta podría ser susceptible de protección por patentes, y solicitar la valoración de propiedad intelectual respectiva previa a cualquier publicación o difusión.
- Que para el caso de derechos de autor otorgamos una licencia de uso exclusivo con fines académicos para la o las instituciones participantes en el proyecto.
- Que aceptamos conocer y cumplir con la normativa vigente para la gestión de proyectos.

Firma del Director del Proyecto
Nombre: Dr. Carlos Gallardo (Ph.D)
C.I.: 0602683401

