

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DATOS INFORMATIVOS

TIPO DE CONVOCATORIA

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Fecha de presentación (04/08/2017):

Título del proyecto: *(Revisar la guía para la presentación de las propuestas de los proyectos de investigación)*

**DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL AVANZADO PARA PROCESOS
INDUSTRIALES QUE PRESENTAN GRANDES RETARDOS DE TIEMPO**

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUCIÓN:

1. Departamento de Automatización y Control Industrial

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Control y Sistemas

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica

Investigación Aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTOS:

1. Departamento de Automatización y Control Industrial

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Control y Sistemas

DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)

Ciencias Naturales y Exactas	
Ingeniería y Tecnologías	X
Ciencias Médicas	
Ciencias Agrícolas	
Ciencias Sociales	
Humanidades	

OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)

Exploración y explotación del medio terrestre	
Ambiente	
Exploración y explotación del espacio	
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras	
Energía	
Producción y tecnología industrial	
Salud	
Agricultura	
Educación	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos	
Defensa	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU)	X
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes	



1	Proyecto de Investigación
	Título: DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL AVANZADO PARA PROCESOS INDUSTRIALES QUE PRESENTAN GRANDES RETARDOS DE TIEMPO
	Resumen del proyecto (máximo 200 palabras) <p>Los retardos de tiempo, se encuentran en muchos procesos en la industria, sistemas de ingeniería, procesos económicos y biológicos. De hecho, la mayoría de los métodos de ajuste para los controladores PID utilizados en la industria consideran a los retardos de tiempo como parte integral de los modelos dinámicos del proceso. Estos retardos de tiempo son principalmente tiempos que están asociados al transporte de masa, transporte de energía, de información, pero también pueden ser causados por el tiempo de procesamiento o por la acumulación de tiempo asociados a una serie de sistemas dinámicos simples conectados en serie. Estos tiempos producen una disminución en la fase del sistema y también una función de transferencia no racional del sistema, lo que los hace más difíciles para analizarlos y controlarlos [1].</p> <p>Los procesos con grandes retardos de tiempo son difíciles de controlar usando técnicas estándar de control (PID's) esto se debe a que: los efectos de las perturbaciones no se sienten sino hasta luego de un considerable lapso de tiempo, el efecto de la acción de control toma un tiempo hasta ser percibida por la variable controlada, y que la acción de control aplicada se basa en el error actual que trata de corregir una situación que fue originada un tiempo anterior. Los tiempos muertos producen una disminución en la fase del sistema y también producen una función de transferencia no racional del sistema, lo que los hace más difíciles para analizar y controlar. Por lo cual, los retardos afectan el rendimiento de los sistemas de control tradicionales que pueden producir respuestas del sistema poco eficientes e incluso inestables</p> <p>Es por ello que el desarrollo de estrategias de control avanzado que posibiliten el control efectivo de procesos con grandes retardos de tiempo constituye un problema científico actual. En este proyecto se pretende desarrollar estrategias de control combinando teorías de control de modelo interno, predictor de Smith y control por modo deslizante, pretendiendo obtener controladores de estructura variable, robustos y con mayor desempeño, estas estrategias serán probadas mediante simulación y en experimentación en al menos tres procesos industriales que presenten grandes retardo de tiempo pudiendo ser, tanques de mezclado, reactores químicos, sistema no lineales de fase no mínima, intercambiadores de calor, etc.</p>
	Palabras clave (4-6): Retardos de Tiempo, Control por modelo interno IMC, Control por modo deslizante SMC, Predictor de Smith PS,

2	Objetivos, limitaciones, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación
----------	---

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Desarrollar estrategias de control avanzado para procesos industriales que presentan grandes retardos de tiempo.

2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Estudiar el estado de los procesos industriales con grandes retardos de tiempo y determinar e identificar las diferentes naturalezas de los retardos.
- b. Obtener modelos matemáticos que describan de forma adecuada el comportamiento dinámico de procesos industriales con grandes retardos de tiempo.
- c. Desarrollar estrategias de control avanzado para procesos industriales con grandes retardos de tiempo.
- d. Realizar pruebas de simulación y experimentales que permitan verificar el desempeño de los algoritmos de control desarrollados.
- e. Validar los algoritmos de control desarrollados analizando su robustez y estabilidad.



- f. Estudiar y aplicar indicadores que permitan analizar el performance (desempeño) de los algoritmos de control estudiados.
- g. Presentar los resultados obtenidos en congresos y revistas especializadas.

2.2 Limitaciones (Aspectos que quedan fuera del alcance del Proyecto de Investigación)

- a. No se estudiarán los procesos industriales que no se puedan modelarse como un sistema de primer orden con retardo.

2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

- a. Es posible mejorar la robustez de procesos industriales con grandes retardos de tiempo mediante estrategias de control avanzado combinando teorías de control de modelo interno, predictor de Smith y control por modo deslizante.

2.3 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

Para procesos industriales:

- a. Algoritmos de control avanzado para procesos industriales con grandes retardos de tiempo.

Formación de Recursos humanos:

- a. Dirección de al menos dos proyectos de titulación en pregrado y una tesis de postgrado en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica.

Difusión de los resultados obtenidos:

- a. Al menos 1 artículos científicos y técnicos, en SCIMAGO – SCOPUS, Q3 o superior.
- b. Al menos un seminario o taller dirigido a estudiantes, docentes.

3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación
----------	--

El estudio de sistemas que presentan retardos de tiempo es relevante dentro del control de procesos industriales, ya que la gran mayoría de ellos presentan una respuesta natural con retardo. Ejemplos de estos procesos son: sistemas de calentamiento de edificios, presencia de retardo de tiempo en las cadenas de suministro de sistemas de manufactura, sistemas de comunicación, retardos en procesos químicos tales como reactores químicos. Por esto el presente proyecto se enfoca en el desarrollo de estrategias de control avanzado para mitigar los efectos que la presencia de retardos temporales puede causar dentro de un proceso industrial, como lo son la reducción de la eficiencia e inestabilidad. Puntos de apoyo para la realización del presente proyecto serán tanto la obtención de modelos matemáticos para procesos con retardo de tiempo, así como, la simulación por computadora para la verificación tanto de los modelos como del desempeño de los controladores a ser desarrollados.

Una de las Líneas Prioritarias de Investigación del DACI, es **Control y Sistemas**. El presente Proyecto de Investigación se enmarca dentro de esta línea de investigación, ya que está orientado a desarrollar investigación aplicada tendiente a la obtención de resultados innovadores tanto teóricos como prácticos en las áreas de diseño, análisis, implementación y control de plantas y sistemas industriales que presentan grandes retardos de tiempo.

Controladores tradicionales como PID son comúnmente utilizados dentro de procesos industriales. De hecho, alrededor del 90% de la industria emplea este tipo de control. A pesar de que estos compensadores son de fácil manejo, su desempeño se reduce al momento de manejar procesos con retardos considerables en su respuesta. Por esto, el impacto de este proyecto sería de gran importancia, ya que aportaría innovación dentro de la matriz productiva. Justamente, parte de los objetivos estratégicos del DACI es estudiar y generar nuevas alternativas para el control de procesos industriales, los cuales poseen un gran interés a nivel industrial. Las características de no linealidad y elevados retardos que presentan la mayoría de procesos industriales, hacen que el diseño del sistema de control sea complejo y difícil de implementar. Por lo que desarrollar una solución local proyectaría tanto al departamento como a la EPN como referentes en la



transferencia de conocimiento hacia la industria nacional.

Por todo lo expuesto el presente proyecto tiene claramente una vinculación con las Líneas Prioritarias de Investigación del DACI, con el medio externo, ya que busca cubrir una necesidad actual y social, para encontrar soluciones que en un futuro pueda ser parte de las empresas a nivel nacional.

Es importante recalcar que este proyecto está también alineado al Objetivo 11 del Plan Nacional del Buen Vivir: "Establecer un sistema económico social, solidario y sostenible", bajo la política:

- Política 11.9. Promover el acceso a conocimientos y tecnologías y a su generación endógena como bienes públicos.

4 Productos esperados

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X
b. Disertación a la comunidad politécnica;	X
c. Trabajo de titulación de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Régimen Académico y la Normativa Interna de la EPN;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	

5 Descripción, metodología y diseño del proyecto

5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

Los retardos de tiempo, se encuentran en muchos procesos en la industria. De hecho, la mayoría de los métodos de ajuste para los controladores PID utilizados en la industria consideran a los retardos de tiempo como parte integral de los modelos dinámicos del proceso. Los retardos de tiempo son principalmente tiempos que están asociados al transporte de masa, transportes de energía o de información, pero también pueden ser causados por el tiempo de procesamiento o por la acumulación de tiempo asociados a una serie de sistemas dinámicos simples conectados en serie. Para procesos que exhiben retardo de tiempo, cada acción ejecutada en la variable manipulada del proceso sólo afectará a la variable controlada después de transcurrido el tiempo de retardo del proceso. Estos tiempos producen una disminución en la fase del sistema y también producen una función de transferencia no racional del sistema, lo que los hace más difíciles para analizar y controlar [1].

Los retardos de tiempo están presentes en un sin número de aplicaciones, por ejemplo; sistemas de calentamiento de edificios, donde el calentador se encuentra ubicado en el subsuelo de dicho edificio y unido a todos las habitaciones mediante tuberías que transportan el agua caliente. Otro ejemplo representativo de presencia de retardo de tiempo se da en las cadenas de suministro de sistemas de manufactura, donde se requiere mantener el nivel de abastecimiento dentro de ciertos valores pre-especificados y en al mismo tiempo garantizar una operación suave. Adicionalmente, también son inevitables en los sistemas de comunicación industriales, el ejemplo más común es el control remoto de procesos industriales que se encuentra a largas distancias. Los retardos son una parte importante en la dinámica de muchos procesos en la industria química, donde los analizadores requieren de una cierta cantidad de tiempo para procesar información y su posterior control, este es el caso de los reactores químicos donde la concentración de salida de un producto a ser controlada requiere de un analizador de dicha concentración y el cual es usado para obtener la medida de la variable del proceso.



Los procesos con grandes retardos de tiempo son difíciles de controlar usando técnicas estándar de control esto se debe a que: (a) los efectos de las perturbaciones no se sienten sino hasta luego de un considerable lapso de tiempo, (b) el efecto de la acción de control le toma un tiempo hasta ser percibida por la variable controlada y a que (c) la acción de control aplicada se basa en el error actual que trata de corregir una situación que fue originada en un tiempo anterior.

Estos retardos afectan el rendimiento de los sistemas de control tradicionales por que pueden producir respuestas del sistema poco eficientes e incluso inestabilidad. El primer compensador de retardos y quizás el más utilizado fue creado en 1957 por O. J. Smith [2] para plantas mono variables. Dicho sistema tiene el potencial de mejorar el control de lazo con tiempo muerto y es conocido como el Predictor de Smith (Smith Predictor, SP) o compensador de tiempo muerto (Dead-Time Compensator, DTC). No obstante, el SP ha sido objeto de muchas investigaciones que han arrojado como uno de los resultados principales la detección de algunas limitaciones en el comportamiento del sistema, siendo las más relevantes su sensibilidad ante errores de modelado, su estructura de un solo grado de libertad, no puede ser utilizado en procesos inestables en lazo abierto y cuando la planta es integradora, no puede rechazar perturbaciones constantes en régimen permanente [2]. En los últimos años, se han desarrollado diferentes modificaciones al esquema tradicional del PS para superar algunos inconvenientes de su propuesta inicial y mejorar su rendimiento [3-5].

Para sistemas MIMO (múltiples entradas y salidas múltiples) donde pueden existir importantes acoplamientos entre señales de entradas y salidas que pueden complicar el diseño del controlador de realimentación. En presencia de retardos de tiempos, este diseño se vuelve aún más difícil ya que cada salida se ve afectada por cada entrada con diferentes retardos [6]. Se han desarrollado diferentes enfoques para diseñar el controlador de sistemas multivariables con múltiples retrasos temporales: algunos autores han extendido el PS al caso multivariable [7, 8].

Otra propuesta denominada Control de Modelo Interno (IMC) es un controlador basado en modelo, y ha recibido una amplia aceptación en la industria de control de procesos debido a su simplicidad, robustez y buen desempeño de control [9-13]. La idea principal del IMC es obtener el modelo de proceso que puede ser dividido en dos componentes: una parte invertible y una no invertible, lo que permite eliminar todos los elementos del modelo de proceso que conducen a un controlador irrealizable tomando sólo el componente invertible, y adicionalmente se añade un filtro para satisfacer los requisitos generales de mayor robustez y atenuación de ruido.

En resumen se pretende desarrollar estrategias de control combinando teorías de control de modelo interno (ICM), Predictor de Smith (PS) y control por modo deslizante (SMC), pretendiendo obtener controladores de estructura fija, robustos y con mayor desempeño, estas estrategias serán probadas en al menos tres procesos industriales que presenten retardo de tiempo considerables pudiendo ser, tanques de mezclado, reactores químicos, sistema no lineales de fase no mínima, intercambiadores de calor, etc.

La metodología a utilizar para cumplir con los objetivos planteados responde a los lineamientos generales del método científico diferenciándose en cuatro fases.

Fase Teórica: Se estudiarán los sistemas y procesos con grandes retardos de tiempo, y se obtendrán al menos tres modelos de procesos industriales que posean retardos de tiempo de distinta naturaleza. Se revisará las distintas metodologías para el control de procesos con grandes retardos de tiempo, en particular, se pondrá énfasis el Control de Modelo Interno, Predictor de Smith y Control por Modo Deslizante, y se determinará las características más relevantes de estos controladores. También se diseñarán algoritmos de control basados en los controladores estudiados para procesos industriales que posean retardos de tiempo.

Fase de Simulación: Se simularán los algoritmos propuestos en la fase teórica sobre los modelos de las plantas a trabajar. Para ello se dispone de software de simulación MATLAB, que es una herramienta de MATLAB que permite modelar, simular y analizar sistemas dinámicos. En esta fase se realizarán los ajustes de los algoritmos de control propuestos.

Fase de Experimentación: En esta fase se realizará el ajuste de los algoritmos de control propuestos sobre los sistemas reales. Se medirá el desempeño de los algoritmos propuestos. La experimentación se realizará sobre las plantas de procesos disponibles en el Departamento DACI.



Fase de Validación: Se verifican las propuestas teóricas realizadas por medio de los resultados de simulación y experimentación.

Referencias

[1] J.E. Normey Rico, E.F. “Camacho, *Control of Dead Time Process*”, Springer, 2007.

[2] O.J.M. Smith, “*Closed control of loops with dead time*”, Chem. Eng. Prog. 53 (1957)217–219.

[3] Lima, D. M., Santos, T. L. M., & Normey-Rico, J. E. (2015). “*Robust nonlinear predictor for dead-time systems with input nonlinearities*”. Journal of Process Control, 27, 1-14.

[4] J.E. Normey-Rico, E.F. Camacho, “*Predicción para control: Una panorámica del control de procesos con retardo*”, Rev. Iberoam. Autom. Inform. Ind. 3 (2006)5–25.

[5] Camacho, O., & De la Cruz, F. (2004). “*Smith predictor based-sliding mode controller for integrating processes with elevated deadtime. ISA transactions*”, 43(2), 257-270.

[6] Q.G. Wang, Y. Zhang, M.S. Chiu, “*Decoupling internal model control for multi-variable systems with multiple time delays*”, Chem. Eng. Sci. 57 (2002) 115–124.

[7] R.S. Sánchez-Peña, Y. Bolea, V. Puig, “*MIMO Smith predictor: global and structured robust performance analysis*”, J. Process Control 19 (2009)163–177.

[8] R.C.C. Flesch, B.C. Torrico, J.E. Normey-Rico, M.U. Cavalcante, “*Unified approach for minimal output dead time compensation in MIMO processes*”, J. Process Control 21 (2011) 1080–1091.

[9] Camacho, O., Smith, C., & Moreno, W. (2003). “*Development of an internal model sliding mode controller. Industrial & engineering chemistry research*”, 42(3), 568-573.

[10] Shamsuzzoha, M., & Lee, M. (2007). “*IMC– PID Controller Design for Improved Disturbance Rejection of Time-Delayed Processes*”. Industrial & Engineering Chemistry Research, 46(7), 2077-2091.

[11] Shibasaki, H., Endo, J., Hikichi, Y., Tanaka, R., Kawaguchi, K., & Ishida, Y. (2013). “*A modified internal model control for an unstable plant with an integrator in continuous-time system*”. International Journal of Information and Electronics Engineering, 3(4), 357.

[12] Cui, J., Chen, Y., & Liu, T. (2016, July). Discrete-time domain IMC-based PID control design for industrial processes with time delay. In Control Conference (CCC), 2016 35th Chinese (pp. 5946-5951). IEEE.

[13] Hirose, T., Ogawa, H., Shibasaki, H., Tanaka, R., & Ishida, Y. (2016, July). “*Simplified internal model control for time delay processes*”. In Control Conference (CCC), 2016 35th Chinese (pp. 308-312). IEEE.

6 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

6.1 Infraestructura y equipos

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

Infraestructura		Equipos	
Laboratorio		Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Control de Procesos Industriales		Estación de Reactor	Laboratorio de Control de Procesos Industriales, Departamento DACI



6.2 Breve justificación del equipo requerido

El DACI, dentro de su Laboratorio de Control de Procesos, cuenta actualmente con un reactor tipo tanque continuamente agitado, muy utilizado en procesos industriales. La naturaleza de este proceso hace que su respuesta presente retardo. Sin embargo, la utilización de una única planta restringe el espectro del tipo y naturaleza de retardos temporales que este proyecto propone investigar y controlar. Por esto, es importante el contar con otros sistemas básicos ampliamente utilizados en la industria. Este es justamente el caso de un Sistema de Tanques Acoplados (4 tanques), que tiene como variables de control nivel y flujo convirtiéndolo en un sistema más complejo que el reactor tipo tanque.

Diversos procesos industriales requieren que diferentes líquidos sean bombeados, almacenados y distribuidos a múltiples tanques. Muchas veces estos líquidos son sometidos a un tratamiento químico o de mezclado, pero siempre el nivel del fluido debe ser controlado, y el flujo entre tanques debe ser regulado. De hecho, comúnmente se considera que el control de nivel y flujo en tanques es el corazón de todo proceso industrial. Un Sistema de Tanques Acoplados es un sistema no lineal que tiene la versatilidad de poder cambiar la configuración de sus tanques a fin de poder analizar ya sean sistemas con una o múltiples entradas y salidas, así como distintos tipos de retardo. Por esto se propone adquirir una estación de Sistema de Tanques Acoplados para contar con un equipo que permita recrear condiciones similares a los procesos industriales con el objetivo de que las soluciones y resultados obtenidos en este proyecto sean fácilmente transferibles a empresas nacionales para el mejoramiento de sus procesos productivos. Este sistema es una parte vital dentro de la validación experimental de los algoritmos de control a ser desarrollados. Esto permitirá el comprobar su desempeño y realizar ajustes de ser el caso. Además, al sustentar experimentalmente los resultados del presente proyecto dará realce a los resultados de este proyecto lo que permitirá la publicación de trabajos técnicos a revistas científicas de alto impacto en el exterior.

6.3 Fondos Adicionales

- *No Aplica*



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 1

Director del proyecto	Título del proyecto
Ing. Yadira Bravo, MSc	DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL AVANZADO PARA PROCESOS INDUSTRIALES QUE PRESENTAN GRANDES RETARDOS DE TIEMPO

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Personal Técnico de Apoyo a la Investigación	12	mes	\$ 200,00	\$ 2.400,00	\$ 218,30	\$ 2.619,60
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ 200,00	\$ 2.400,00	\$ 218,30	\$ 2.619,60
Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria equipos						
2.1 Estación de Cuatro Tanques	1	1	\$ 8.300,00	\$ 8.300,00	\$ 9.296,00	\$ 9.296,00
2.2 Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3 Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4 Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5 Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2			\$ 8.300,00	\$ 8.300,00	\$ 9.296,00	\$ 9.296,00
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
3.1 Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2 Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3 Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Literatura especializada						
4.1 Control of Dead-time Processes, J. E. Normey-Rico, E. F. Camacho, ISBN: 978-1-84628-828-9	1	1	\$ 160,00	\$ 160,00	\$ 179,20	\$ 179,20
4.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ 160,00	\$ 160,00	\$ 179,20	\$ 179,20
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Viaticos al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior		1		\$ -	\$ -	\$ -
6.2 Viaticos al exterior		1		\$ -	\$ -	\$ -
6.3 Pago de inscripción y publicaciones		3		\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL				\$ 10.860,00		\$ 12.094,80

AÑO 2

Director del proyecto	Título del proyecto
Ing. Yadira Bravo, MSc	DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL AVANZADO PARA PROCESOS INDUSTRIALES QUE PRESENTAN GRANDES RETARDOS DE TIEMPO

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria equipos						
2.1 Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2 Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3 Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4 Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5 Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
3.1 Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2 Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3 Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Literatura especializada						
4.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Viatcos al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Presentación de ponencias en congresos Internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior	1	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.680,00	\$ 1.680,00
6.2 Viatcos al exterior	1	1	\$ 550,00	\$ 550,00	\$ 616,00	\$ 616,00
6.3 Pago de inscripción y publicaciones	1	1	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 560,00	\$ 560,00
Subtotal 6			\$ 2.550,00	\$ 2.550,00	\$ 2.856,00	\$ 2.856,00
TOTAL				\$ 2.550,00		\$ 2.856,00

Director del proyecto	Título del proyecto
Ing. Yadira Bravo, MSc	DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL AVANZADO PARA PROCESOS INDUSTRIALES QUE PRESENTAN GRANDES RETARDOS DE TIEMPO

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos intrnacionales y publicaciones	Total sin IVA
1	\$ 2.400,00	\$ 8.300,00	\$ -	\$ 160,00	\$ -	\$ -	\$ 10.860,00
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.550,00	\$ 2.550,00
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 2.400,00	\$ 8.300,00	\$ -	\$ 160,00	\$ -	\$ 2.550,00	\$ 13.410,00

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos intrnacionales y publicaciones	Total con IVA
1	\$ 2.619,60	\$ 9.296,00	\$ -	\$ 179,20	\$ -	\$ -	\$ 12.094,80
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.856,00	\$ 2.856,00
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 2.619,60	\$ 9.296,00	\$ -	\$ 179,20	\$ -	\$ 2.856,00	\$ 14.950,80

DECLARACIÓN FINAL

TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

TÍTULO DEL PROYECTO

DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL AVANZADO PARA PROCESOS INDUSTRIALES QUE PRESENTAN GRANDES RETARDOS DE TIEMPO

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

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

- Que el presente proyecto es una obra original de este 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 solicitando el financiamiento total del presupuesto. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que, todos los bienes adquiridos en el proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto.
- Que, aceptamos que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener de derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, estos serán compartidos entre los investigadores y las instituciones participantes en el proyecto.



Firma del Director del Proyecto
Nombre: Yadira Lucia Bravo Narváz
C.I.: 1715770697

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de, en sesión del día mediante resolución No.

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

Firma del Jefe del Departamento
Nombre: Dr. Paulo Leica
C.I.:

DECLARACIÓN FINAL

TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica Investigación aplicada

TÍTULO DEL PROYECTO

DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL AVANZADO PARA PROCESOS INDUSTRIALES QUE PRESENTAN GRANDES RETARDOS DE TIEMPO

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

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

- Que el presente proyecto es una obra original de este 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 solicitando el financiamiento total del presupuesto. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que, todos los bienes adquiridos en el proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto.
- Que, aceptamos que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener de derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, estos serán compartidos entre los investigadores y las instituciones participantes en el proyecto.




Firma del Director del Proyecto
Nombre: Yadira Lucia Braun Narváez
C.I.: 1715770697

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de Automatización DACT, en sesión del día 29 de Agosto de 2017 mediante resolución No. 05-24

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.



Firma del Jefe del Departamento
Nombre: Dr. Paulo Leica
C.I.: 1714829585