

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SEMILLA PIS-19-01

"Estudio, caracterización y control de sistemas industriales interconectados analizados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas"

En la ciudad de Quito D.M., a los veintiuno días del mes de julio del año dos mil veintidós, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Semilla **PIS-19-01 "Estudio, caracterización y control de sistemas industriales interconectados analizados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas"**, por una parte, la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **Dr. Patricio Javier Cruz Dávalos** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Semilla PIS-19-01**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 17 de septiembre de 2019, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación - CIIV, mediante Resolución Nro. RCIPS-124-2019, se aprueba el cronograma para la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación, Vinculación y Transferencia Tecnológica del 2019. El 15 de octubre de 2019, mediante Resolución Nro. RCIPS-153-2019, se aprueba la modificación al cronograma.
- b) El 3 de marzo de 2020, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, mediante Resolución Nro. RCIV-028-2020, se aprobó el *"Informe Final de los Proyectos de Investigación de la Convocatoria 2019"*, donde se muestran los resultados y los proyectos aprobados de la Convocatoria 2019. Entre los proyectos aprobados se encuentra el Proyecto de Investigación Semilla denominado *"Estudio, caracterización y control de sistemas industriales interconectados analizados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas"*, presentado por el Dr. Patricio Cruz.
- c) Mediante Memorando Nro. EPN-VIIV-2020-0293-M del 6 de marzo del 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica a la Jefatura del Departamento de Automatización y Control Industrial (DACI), la aprobación de los proyectos del departamento correspondientes a la Convocatoria 2019, entre ellos, el Proyecto de Investigación Semilla PIS-19-01 *"Estudio, caracterización y control de sistemas industriales interconectados analizados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas"*, dirigido por el Dr. Patricio Cruz.
- d) Mediante Memorando EPN-VIIV-2020-0350-M del 11 de marzo de 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica al Dr. Patricio Cruz la aprobación de la propuesta de Proyecto de Investigación Semilla *"Estudio, caracterización y control de sistemas industriales interconectados analizados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas"*, y que se ha asignado el código del proyecto PIS-19-01.
- e) Mediante Memorando Nro. EPN-VIIV-2020-0552-M del 15 de abril del 2020, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica a los directores de los Proyectos de Investigación Semilla de la Convocatoria 2019, que la fecha de inicio es el 4 de mayo de 2020, y la fecha de finalización el 3 de noviembre de 2021.
- f) Mediante Memorando EPN-CIIV-2021-0229-M del 7 de octubre de 2021, se notificó la Resolución RCIV-183-2021 de Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, con la que se aprobó la prórroga técnica del proyecto; por lo que la nueva fecha de finalización del proyecto es el 3 de febrero de 2022

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código del proyecto	PIS-19-01
Título del proyecto	Estudio, caracterización y control de sistemas industriales interconectados analizados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas
Director	-CRUZ DAVALOS PATRICIO JAVIER
Codirectora	-ABAD TORRES JACKELINE
Colaboradores	-GAMBOA BENITEZ SILVANA DEL PILAR -MALDONADO ANDRADE DIEGO JAVIER (desde el 2020-12-02)
Unidad ejecutora	DEPARTAMENTO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL INDUSTRIAL (DACI)
Líneas de investigación	-Control y Sistemas
Objetivo	Estudiar, caracterizar y controlar sistemas industriales interconectados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas
Duración del proyecto	-Fecha de Inicio: 2020-05-04 -Fecha de Fin Planeada: 2021-11-03 -Fecha de Fin Prórroga Técnica: 2022-02-03 -Fecha de Fin Real: 2022-02-03 -Duración total: 21 meses
Presupuesto aprobado	\$ 14.999,90 USD
Presupuesto ejecutado	\$ 13.751,55 USD
Entrega de informe final	3 de mayo de 2022

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-PIS-19-01-2022-0003-M del 3 de mayo de 2022, el Dr. Patricio Cruz, Director del Proyecto de Investigación Semilla PIS-19-01, presenta el Informe Final del Proyecto Semilla que dirige, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- Se estudiaron los sistemas de control interconectados desde la perspectiva de redes complejas, investigando su aplicación en diversas áreas de estudio, lo que permitió establecer un marco de trabajo general con el que se logró identificar y describir los componentes más relevantes en sistemas de este tipo.
- Se desarrollaron leyes de control basadas en consenso que explotan las características intrínsecas de los sistemas interconectados y así estas sean implementadas de manera descentralizada, proporcionando una respuesta semejante al control centralizado clásico ejercido por el AGC en estos sistemas de potencia.
- Utilizando índices de desempeño se comparó el comportamiento de sistemas interconectados que utilizan un control centralizado en un AGC con sistemas que utilizan un control descentralizados, logrando resultados similares.
- Se desarrollaron leyes de control distribuido para su implementación en sistema multi robot y así lograr tareas como el seguimiento de trayectoria y evasión de obstáculos en ambientes de simulación más reales.

PRODUCTOS:

- Artículo publicado: "Path Planning and Collision Prevention based on Computer Vision applied to a Mini-sized Multi-robot Testbed"; Patricio Cruz, Diego Maldonado, Leandro Ponce; Proceedings 2021 IEEE Fifth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM); Indexada en Scopus sin cuartil; DOI: 10.1109/ETCM53643.2021.9590745; agosto 2021.

- Artículo publicado: "*ROS based Experimental Testbed for Multi-Robot Formation Control*"; Patricio Cruz, Diego Maldonado, Luis Arcos, Cristian Calala; Proceedings 2020 IEEE ANDESCON (*Biannual Technical and Scientific Conference of the Andean Council of the IEEE*); Indexada en Scopus sin cuartil; DOI: 10.1109/ANDESCON50619.2020.9272073; agosto 2020.
- Artículo publicado: "*Distributed Load-Frequency Control in Power Systems*"; Silvana Gamboa, Jackeline Torres, Diego Maldonado; Proceedings 2020 IEEE ANDESCON (*Biannual Technical and Scientific Conference of the Andean Council of the IEEE*); Indexada en Scopus sin cuartil; DOI: 10.1109/ANDESCON50619.2020.9272070; agosto 2020.
- Presentación en eventos: "*Path Planning and Collision Prevention based on Computer Vision applied to a Mini-sized Multi-robot Testbed*"; Patricio Cruz; 2021 Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM 2021); Cuenca – Ecuador; del 12 al 15 de octubre de 2021.
- Presentación en eventos: "*ROS based Experimental Testbed for Multi-Robot Formation Control*"; Patricio Cruz; 2020 IEEE ANDESCON (*Biannual Technical and Scientific Conference of the Andean Council of the IEEE*); Quito – Ecuador; del 13 al 16 de octubre de 2020.
- Presentación en eventos: "*Distributed Load-Frequency Control in Power Systems*"; Diego Maldonado; Proceedings 2020 IEEE ANDESCON (*Biannual Technical and Scientific Conference of the Andean Council of the IEEE*); Quito – Ecuador; del 13 al 16 de octubre de 2020.
- Proyecto de titulación de Ingeniería Eléctrica y Control: "*Integración de un sistema de control y monitoreo de un grupo de robots móviles terrestres basado en visión artificial y enfocado al mapeo y navegación dentro de un área de trabajo provista de obstáculos*"; Leandro Isaac Ponce Cevallos; <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22032>; ; octubre 2021.
- Proyecto de integración curricular de Ingeniería Eléctrica y Automatización: "*Desarrollo de un controlador distribuido de potencia activa transferida entre áreas para un sistema eléctrico desde la perspectiva de sistemas interconectados*"; Jefferson Alexander Herrera Quevedo; <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22522>; enero 2022.
- Proyecto de integración curricular de Ingeniería Eléctrica y Control: "*Desarrollo de un control distribuido de frecuencia para un sistema eléctrico desde la perspectiva de sistemas interconectados*"; Rubén Esteban Arauz Bermúdez; <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22522>; febrero 2022.
- Conferencia virtual de presentación a la comunidad Politécnica: "*Presentación de Avances y resultados PIS-19-01: Estudio, caracterización y control de sistemas industriales interconectados analizados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas*"; Patricio Cruz, Edison Cruz, Gabriel Santos, Diego Maldonado, Jefferson Herrera y Rubén Arauz; febrero 2022.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto de Investigación Semilla PIS-19-03 fue de \$ 14.999,90 USD (*catorce mil novecientos noventa y nueve dólares americanos, con 90/100*), y se ejecutaron \$ 13.751,55 USD (*trece mil setecientos cincuenta y uno dólares americanos, con 55/100*), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Semilla PIS-19-01 "*Estudio, caracterización y control de sistemas industriales interconectados analizados desde el punto de vista de la teoría de redes complejas*".

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los veintiuno días del mes de julio del año dos mil veintidós.

Dra. Alexandra Alvarado
**Vicerrectora de Investigación,
Innovación y Vinculación**

cc/sp

Dr. Patricio Cruz
**Director del Proyecto
PIS-19-01**