



## A. PROPUESTA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNO SIN FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADO

### 1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

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

### 2. DEPARTAMENTO O INSTITUTO

#### 1. AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL (DACI)

### 3. LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

#### 1. ROBOTICA Y AUTOMATIZACION

### 4. TÍTULO DEL PROYECTO (*mínimo 10 palabras*):

**DESARROLLO DE SERVIDORES DE DATOS E HISTORIADORES DE PROCESO UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE**

#### **DESARROLLO DE SERVIDORES DE DATOS INDUSTRIALES**

### 5. RESUMEN (*máximo 200 palabras*)

Este proyecto continuará con el trabajo iniciado en el proyecto “Desarrollo de Drivers de Comunicación Tipo Industrial” (PII-DACI-2019-02) en el cual se implementó la primera versión de drivers para Modbus, y algunos complementos asociados tales como una base de datos para registro y un interface gráfica de operador para PC, además del hardware y las hojas de datos electrónicas (EDS) para drivers Devicenet. Así también, se está trabajando y está por concluir el desarrollo del driver para protocolo Profinet IO, que si bien ya habilita la comunicación con dispositivos Profinet, requiere el desarrollo de un interface de configuración y un sistema de registro de datos. En ambos casos los protocolos desarrollados presentaron un adecuado desempeño al integrarlos con equipos industriales comerciales.

Con este antecedente, este proyecto trabajará sobre la programación del driver Modbus con el objeto de perfeccionar su desempeño, realizar mejoras en la interface de configuración y mejorar los mecanismos de intercambio de datos con aplicaciones de Windows, así como una aplicación para almacenamiento de datos que hará las veces de Historiador de Proceso. Además, continuará con el desarrollo del driver Profinet IO, del cual se plantea desarrollar la versión demo, sus complementos asociados y el servidor de datos industrial. Posterior, se procederá a validar los drivers con dispositivos industriales comerciales y software basado en Windows.

### 6. PALABRAS CLAVE (4-6)

Servidor de datos industrial, base de datos, historiador de proceso, software libre, Modbus, Profinet

### 7. DISCIPLINA CIENTÍFICA (*Marque X, solamente una opción*)

Ciencias Naturales y Exactas;	
Ingeniería y Tecnologías;	X
Ciencias Médicas;	



Ciencias Agrícolas;	
Ciencias Sociales;	
Humanidades	

#### 8. OBJETIVO SOCIECONOMICO *(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.	

#### 9. OBJETIVOS

##### 9.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar servidores de datos industriales para la comunicación de dispositivos industriales hacia aplicaciones de Windows para el desarrollo de sistemas de automatización y control industrial (IACS).

##### 9.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Reestructurar la interfaz de configuración y desarrollar los mecanismos de intercambio de datos con aplicaciones de Windows del driver Modbus TCP desarrollado en el proyecto anterior.
- b. Desarrollar una interface de operador utilizando la aplicación desarrollada para los drivers de comunicación para Devicenet y Profinet IO.
- c. Implementar una aplicación para registro temporal y registro de largo plazo tipo historiador de proceso para almacenamiento de la información adquirida por los drivers de comunicación desarrollados.
- d. Validar los demos de los drivers desarrollados con equipos industriales comerciales, así como con el interface para PC implementado

#### 10. HIPÓTESIS *(opcional)*

- a. Es posible el desarrollo de servidores de datos industrial para el intercambio de información entre equipos industriales y aplicaciones de Windows, utilizando software libre.

#### 11. DETALLE DE LOS RESULTADOS ESPERADOS *(con relación a los objetivos)*

- a. Plataforma en base a software libre para desarrollo de las aplicaciones propuestas.
- b. Servidores de datos industriales Modbus TCP y Profinet para comunicación entre dispositivos industriales y aplicaciones de Windows.



- c. Aplicación para registro temporal y almacenamiento de largo plazo de información de procesos industriales.
- d. Sistema de automatización y control industrial didáctico para el Laboratorio de Redes Industriales usando las aplicaciones desarrolladas.
- e. Desarrollo de proyectos de titulación a nivel de pregrado.
- f. Una disertación a la comunidad politécnica.
- g. Presentación de por lo menos 1 artículo en revista indexada SCIMAGO/SCOPUS, Q3 o superior.

## 12. PRODUCTOS ESPERADOS

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Disertación a la Comunidad Politécnica (obligatorio);	X
b. Presentación de un artículo en formato de la Revista Politécnica (obligatorio)	X
c. Proyecto de Titulación;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	X
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	
g. Publicaciones científicas indexada en SCIMAGO-SCOPUS/WoS/SCIELO/Latindex Catálogo o un artículo en congreso indexado en SCOPUS.	X

## 13. IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN (*científico, social, económico u otros*)

Si bien el desarrollo de esta investigación tendrá impacto en el ámbito científico, ya que se aportará al desarrollo de servidores de datos industriales implementados en software de código abierto, el impacto más representativo se dará a nivel económico y por ende social, ya que al utilizar software libre para desarrollar software para automatización industrial, permitirá que este sea accesible a industrias de baja capacidad de inversión, como es el caso de la pequeña industria nacional.

El software a desarrollarse permitirá la implementación de aplicaciones de PC que se encargarán de la recolección de datos desde los dispositivos de control de un proceso industrial. Estos datos, al ser recolectados en un elemento centralizador, una PC, podrán ser usados posteriormente con fines de monitoreo, control y supervisión del proceso industrial. En este punto es importante destacar que, aplicaciones como la propuesta presentada son un importante componente de la industria moderna, ya que son la base para la automatización, gestión, así como la optimización de los procesos industriales, que llevan a procesos más eficientes, seguros y confiables, y con ello traen mejoras en la competitividad, en la rentabilidad, además de ampliar la posibilidad de crecimiento de una industria.

Pero, este tipo de aplicaciones, al ser desarrolladas generalmente por empresas que trabajan en el campo de la automatización y venden comercialmente sus productos y soluciones requieren una importante inversión inicial y, en este caso específico, requieren de un importante rubro para el licenciamiento del software (Ahmed, et al, 2016). Esto trae como consecuencia que este tipo de sistemas sean privilegio de empresas con alta capacidad de inversión, mientras que industrias de bajo poder adquisitivo se ven limitadas a acceder a estos sistemas y con ello a los beneficios que estos ofrecen.



Es por ello que este proyecto pretende desarrollar estos servidores de datos, así como los sistemas de registro y almacenamiento de datos en base a software libre y de código abierto, que como resultado permitirá la disponibilidad de software accesible a industrias con bajo poder de inversión, y se dispondrá del código para futuras modificaciones, lo que permitirá acercar a esta industria, los beneficios de la automatización planteada para la industria moderna.

#### 14. ESTADO DEL ARTE, E INVESTIGACIONES PREVIAS DEL EQUIPO (máximo tres carillas)

Hoy en día, la automatización de procesos va más allá de la acción mecánica sobre los componentes del proceso o la medición de variables y su regulación por dispositivos eléctricos y electrónicos. Ahora, la automatización tiene como objetivo extenderse a todos los niveles de la empresa, cubriendo no solo la planta, sino también las áreas comerciales. Pero para lograr tal objetivo, el intercambio de información de la red de procesos a la red de la empresa es esencial. En este sentido, se han desarrollado varias herramientas como controladores de comunicación o servidores de datos para permitir la integración de datos entre equipos industriales y el sistema informático que ejecuta aplicaciones de control y seguimiento de procesos. Sin embargo, la alta inversión inicial que demanda la compra del software de comunicación industrial con licencia es una limitación importante en la implementación de la automatización global, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (PYMES) debido a su baja capacidad de inversión. (Aguirre, et al, 2019), (Warren, 2011)

En los últimos años, el software libre ha permitido el desarrollo de aplicaciones industriales que, por el hecho de ser desarrolladas utilizando este tipo de software, son de bajo costo. Por ejemplo, en (Minchala, et al, 2016) se realizó en Python un servidor OPC, que intercambia información con dispositivos industriales a través de Ethernet. Así también se desarrollaron sistemas SCADA como Argos, FreeSCADA, Indigo, IntegraXor, Likindoy, Lintouch, Proview, PVBrowser, entre otros, utilizando software libre (Linares, 2014). Como resultado, la pequeña industria con bajo poder adquisitivo puede acceder a estas herramientas que les permitirán mejorar su productividad y supervisar su producción. Pero, aunque las aplicaciones industriales desarrolladas en software libre no son nuevas, un desarrollo local facilitará aún más el acceso a estas tecnologías para la pequeña industria en Ecuador.

En la Escuela Politécnica Nacional se ha venido trabajando individualmente en temáticas relacionadas con los Sistemas de Automatización y Control Industrial (IACS), así como temas relacionados con las tecnologías de comunicación aplicadas a procesos industriales. En el año 2019, el grupo de trabajo compuesto por las Ings. Ana Rodas, Silvana Gamboa y María Fernanda Trujillo, miembros del Área de Instrumentación del Departamento de Automatización y Control Industrial, presentaron un proyecto interno sin financiamiento denominado “Desarrollo de drivers de comunicación tipo industrial”, el cual finalizó en septiembre de 2020. En este proyecto se implementó la primera versión de drivers para el protocolo Modbus TCP y RTU, junto con una base de datos para registro y un interface gráfico para configuración del driver. También se trabajó sobre la implementación de drivers para redes Devicenet donde se desarrolló el prototipo de hardware para conexión de dispositivos no inteligentes a esta red, además de las hojas de datos electrónicas (EDS) para configuración automática de este tipo de drivers. Los prototipos implementados presentaron un adecuado desempeño al integrarlos con equipos y software industriales comerciales. Así también como producto de este proyecto se encuentra en desarrollo el driver para protocolo Profinet IO, que si bien ya habilita comunicación con dispositivos de control industrial con protocolo Profinet, requiere el desarrollo de programación para manejo de diferentes tipos de datos, así como el interface de configuración y el sistema de registro de datos.

Como producto del desarrollo de este proyecto se implementó un demo de sistema de control supervisorio para el Laboratorio de Docencia de Redes Industriales y además, el equipo de trabajo realizó las siguientes publicaciones:

- *Low-cost supervisory control and data acquisition systems. In: 2019 IEEE 4th Colombian Conference on Automatic Control (CCAC), Medellin, 2019. pp. 01–06*



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y**  
**VINCULACIÓN**



- *Implementation of DeviceNet communication driver prototypes and electronic data sheets (EDS) for analog and discrete industrial sensors. In: ICAT 2019 Proceedings in Springer through Communications in Computer and Information Science (CCIS), Quito, 2019. pp. 01–15.*
- *Development of an Industrial Data Server for Modbus TCP Protocol. In: ICAETT 2020 Proceedings in Springer through Communications in Computer and Information Science (CCIS), Riobamba, 2020. pp. 01–12.*

El equipo de trabajo, por tanto, está compuesto por las mismas personas que han estado trabajando en el proyecto anterior y por estudiantes de pregrado y posgrado que desarrollarán sus proyectos de titulación en temas específicos, aunque oficialmente sólo se presentará al director y un colaborador. A continuación, se detalla la experiencia de las profesoras:

Ana Rodas, es profesora titular del Departamento de Automatización y Control Industrial y ha trabajado, desde hace más de 20 años, en el desarrollo de aplicaciones para el monitoreo y control de sistemas industriales, así como la adquisición de datos utilizando sensores y software especializado. Ha dirigido y desarrollado trabajos de titulación para estudiantes de pregrado y posgrado en las temáticas relacionadas con la instrumentación de procesos. Fue directora del proyecto Interno del Departamento de Automatización y Control Industrial “Desarrollo de Drivers de Comunicación Tipo Industrial”

Silvana Gamboa, realizó sus primeras investigaciones en el área de los Sistemas de Control Industrial y Comunicación Industrial como parte de su trabajo doctoral, donde desarrolló la propuesta de arquitectura de los sistemas WAMPAC (Wide Area Monitoring Protection and Control System) que son los sistemas IACS propuestos para la industria de suministro de energía, abarcando temáticas como protocolos y plataforma de comunicación para monitoreo y control en sistemas eléctricos, así como el software asociado a la adquisición de datos y plataformas de control supervisorio en sistemas SCADA Eléctricos. También ha desarrollado trabajos dentro de estas temáticas con estudiantes de pregrado y de maestría, y formó parte del equipo de trabajo del Proyecto Interno del Departamento de Automatización y Control Industrial “Desarrollo de Drivers de Comunicación Tipo Industrial”.

Algunas de las últimas publicaciones del equipo de trabajo se presentan a continuación:

- *Methodology for the efficiency and cybersecurity improvement of the SCADA communication network in EmelNorte substations – ICAT 2019.*
- *Retrofit to IEC 61850 of a line-bay in transmission substation. Case study: INGA1/SE Pomasqui – ICAT 2019.*
- *Feasibility of Distributed Monitoring and Distributed Control in Power System - ISGTLA 2017.*
- *Estimador de Estado Estático Distribuido para el Monitoreo y Control de Sistemas Eléctrico de Potencia – Revista Energía, Edición 13.*
- *Hierarchically Distributed Architecture for Large-scale integrated WAMPAC System – CONIELECOM 2015.*
- *Wide-area Distributed Cooperative Load-Frequency and Consensus Control with Limited Information Exchange – ROPEC 2014.*
- *Mobile Application for Ergonomic Analysis of the Sitting Posture of the Torso. International Conference on Information Systems and Computer Science-INCISCOS 2018.*
- *Comparación de dos enfoques para la enseñanza en Control de Procesos: Simulación versus Implementación. Iberian Journal of Information Systems and Technologies. 2019*
- *Utilización del middleware Orocos para la Implementación de Controladores en Tiempo Real. Innova Research Journal. 2018*



## 15. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO, INCLUIDO METODOLOGÍA

El proyecto busca continuar con el trabajo de drivers de comunicación industrial desarrollados en el proyecto “DESARROLLO DE DRIVERS DE COMUNICACIÓN TIPO INDUSTRIAL” en el cual se implementó la primera versión de drivers para Modbus TCP y Modbus RTU, así como las aplicaciones complementarias para el adecuado funcionamiento del mismo, tales como una base de datos para registro y un interface de usuario para configuración. Además del hardware, las hojas de datos electrónicas de drivers Devicenet y el desarrollo inicial del driver para Profinet IO. Al finalizar el proyecto, cumpliendo todos los objetivos propuestos, se determinó que existe la necesidad de desarrollar algunos complementos necesarios y realizar mejoras en la programación ya que lo que se desarrolló fueron versiones demo de los drivers.

Dentro de las tareas propuestas se contempla ejecutar las mejoras necesarias de la programación del demo driver Modbus y sus aplicaciones complementarias con el objeto de trabajar en su tiempo de respuesta e incrementar la cantidad de dispositivos simultáneos que pueda manejar, además se prevé realizar mejoras en su interface de configuración y mejorar los mecanismos de intercambio de datos con aplicaciones de Windows con el objeto de ampliar las aplicaciones con las que a futuro pueda conectarse los drivers desarrollados.

En este punto es importante resaltar que las aplicaciones definidas como complementarias al driver podrán, ser adaptadas a los drivers desarrollados a futuro como es el caso del driver Profinet, por lo que la implementación de estos complementos aportará un avance significativo en la consolidación de los servidores de datos industriales utilizando software de código abierto. En este sentido, también se planifica la estructuración del software hasta hoy desarrollado, en una estructura modular que facilitará la reutilización de código, así como la actualización o remplazo de funciones específicas sin necesidad de modificar todo el código fuente. Además, se propone finalizar el desarrollo del driver Profinet IO, e iniciar con pruebas para el desarrollo de drivers para redes CIP (Common Industrial Protocol), que al igual que Modbus y Profinet es uno de los protocolos de mayor difusión a nivel industrial. Posterior, se procederá a validar los servidores de datos desarrollados con dispositivos industriales comerciales y software industrial basado en Windows.

Con la implementación de estos servidores de datos se busca facilitar la implementación de sistemas de control supervisorio basados en PC, los cuales son un importante componente de la industria moderna, ya que permite realizar tareas de monitoreo, operación y supervisión de un proceso, soportadas por un sistema computarizado, dando como resultado procesos productivos más eficientes, confiables y seguros; además dan la posibilidad de optimización, gracias a la disponibilidad de la información adquirida por el sistema computarizado (Heigl, et al, 2016), (Siemens, 2016).

### **METODOLOGIA Y DISEÑO DEL PROYECTO**

#### ***Establecer los requerimientos del software a desarrollar***

##### *Fundamentación Teórica y Revisión de Normativas*

Se considera revisar la fundamentación teórica de los protocolos Modbus y Profinet, así como normativas y estándares relacionados que servirán como directrices durante la reestructuración y modificación del software desarrollado.

##### *Revisión de Características y Funcionalidades de Servidores de Datos Industriales Comerciales*

Se plantea la revisión de servidores de datos comercial Modbus TCP y Profinet tales como DASMBTCP y DASSIDirect de Wonderware, para establecer las características y funcionalidades que ofrece, con el objeto de considerarlos durante el perfeccionamiento de los drivers desarrollador.



### *Establecimiento del Procedimiento de Reestructuración y Mejoras del Software de Drivers de Comunicación*

En esta etapa se busca definir el procedimiento que deberá seguirse durante la reestructuración e implementación de las mejoras de los drivers de comunicación y software complementario, y con este ejecutar cambios acordes a lineamientos previamente establecidos.

### ***Revisión de herramientas de software para el desarrollo***

#### *Revisión de herramientas de software*

En esta etapa se analizará el desempeño de las herramientas de software usadas para el desarrollo de las aplicaciones propuestas y se revisará si fuese necesario buscar complementos de software que ayuden a mejorar y optimizar estas herramientas. Para ello se buscará entre las librerías disponibles para Java y MySQL, y se hará énfasis en que los requerimientos no requiera licenciamiento o que no requiera la instalación de software especializado en las máquinas del usuario final.

#### *Verificación de herramientas de software*

Se realizarán pruebas de compatibilidad para verificar el adecuado desempeño de los complementos de software a integrar a la plataforma de desarrollo.

### ***Desarrollo de la programación sobre los códigos de programación disponibles***

#### *Implementación de Drivers de Comunicación Profinet*

Para concluir con el desarrollo del driver Profinet se realizará la programación necesaria para que el driver pueda establecer conexión con los equipos industriales e iniciar intercambio de información con los mismos. La programación se realizará acorde a los formatos y a las reglas de intercambio de datos propios de este protocolo de comunicación. Además, se realizará la programación necesaria para que el driver pueda establecer comunicación con aplicaciones de Windows tales como interfaces de operador de PC.

#### *Implementación de Mejoras Drivers de Comunicación*

Se realizará la programación necesaria para que el driver Modbus TCP pueda realizar consultas de datos hasta en periodos de 100 ms a cada dispositivo de campo, además de desarrollar la programación necesaria para garantizar el adecuado desempeño del servidor de datos hasta con 4 dispositivos en forma simultánea. Si bien se iniciará para el caso del driver Modbus, posteriormente se extenderá al driver Profinet.

#### *Mejoras del Interface de Configuración*

Se realizará el rediseño y reestructuración del interface gráfica de configuración del driver Modbus para que sea más amigable e intuitivo para el usuario, además se implementará una aplicación gráfica que permita centralizar el acceso a múltiples servidores.

#### *Desarrollo de Mecanismos de Intercambio de Datos*

Se realizará la programación de los mecanismos de intercambio de datos con aplicaciones de Windows, para ampliar las aplicaciones con las que a futuro pueda conectarse el driver desarrollado.

#### *Desarrollo de Aplicación de Registro Temporal y de Largo Plazo de Datos*



Se implementará una aplicación tipo histórico de datos para registro temporal de datos, así como para el almacenamiento a largo plazo de los datos adquiridos desde los dispositivos de campo mediante los drivers de comunicación.

#### *Implementación de Interface de Operador de Prueba*

Se implementará una interface de operador tipo para PC que permita realizar las pruebas de comunicación necesarias para validar los drivers desarrollados, el cual formará parte del sistema de automatización y control industrial didáctico para ser utilizado en el Laboratorio de Redes Industriales

#### *Validación del Software Desarrollado*

##### *Validación de Funcionamiento de los Drivers Desarrollados*

Las pruebas de funcionamiento buscarán verificar el adecuado desempeño de los drivers de comunicación y las aplicaciones complementarias desarrolladas, así como su capacidad de interoperabilidad con equipos de diferentes fabricantes. Para ello se plantea probarlos con equipos de al menos tres fabricantes diferentes para garantizar la interoperabilidad de los drivers desarrollados.

##### *Validación de Comunicación entre Drivers y Aplicaciones de Windows*

Se deberá verificar el adecuado intercambio de información entre los drivers de comunicación y aplicaciones de Windows, tales como interfaces de operador de PC, o sistemas gestores de bases de datos, esto con la finalidad de verificar su adecuada interacción. Dentro de esta también se incluirá un interface implementado en la aplicación desarrollada en el marco de este proyecto.

##### *Validación de Historiadores de Proceso*

Se deberá verificar el adecuado funcionamiento del sistema de registro de datos temporal y a largo plazo, esto con la finalidad de verificar el correcto registro y la factibilidad acceso a los datos en este almacenados.

#### *Conclusiones y Resultados del Trabajo*

Se realizará el análisis de los resultados obtenidos, en base a los cuales se establecerá las mejoras futuras que pueden realizarse a las aplicaciones desarrolladas y se analizará la posibilidad de ampliar el desarrollo para implementar otras funciones propias de los sistemas de control industrial, y la posibilidad de desarrollar servidores de datos para otros protocolos de comunicación industrial.

Se documentará el trabajo y se generará un artículo a ser presentado en una revista indexada Q3 o superior.

#### *Bibliografía*

1. Aguirre, D., Gamboa, S., Rodas, A. (2019). Low-cost supervisory control and data acquisition systems. In: 2019 IEEE 4th Colombian Conference on Automatic Control (CCAC), 01–06.
2. Warren, J.C. (2011). Industrial networking. IEEE Industry Applications Magazine 17(2), 20–24.
3. Minchala, L.I., Ochoa, S., Velecela, E., Astudillo, D.F., Gonzalez, J. (2016). An open source SCADA system to implement advanced computer integrated manufacturing. IEEE Latin America Transactions 14(12), 4657–4662.
4. Linares Acosta, R. (2014). Evaluación de sistemas. Ph.D. thesis, Universidad Central” Marta Abreu” de Las Villas.
5. Gamboa, M., Gamboa, S., Trujillo, M., Rodas, (2019). Implementation of DeviceNet communication driver prototypes and electronic data sheets (EDS) for analog and discrete





industrial sensors. In: ICAT 2019 Proceedings in Springer through Communications in Computer and Information Science (CCIS), Quito, 01–15.

6. Maldonado, V., Gamboa, S., Trujillo, M., Rodas, A. (2020). Development of an Industrial Data Server for Modbus TCP Protocol. In: ICAETT 2020 Proceedings in in Springer through Communications in Computer and Information Science (CCIS), Riobamba, 01–12.
7. Heigl, M. Schramm, M. Doerr, L. Grzempa, A. (2016). Embedded plug-in devices to secure industrial network communications, 2016 International Conference on Applied Electronics (AE), Pilsen, 85-88.
8. Siemens Industry. (2017). Comunicaciones Industriales. Recuperado de [http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/com\\_industriales/pages/comunicaciones\\_industriales.aspx](http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/com_industriales/pages/comunicaciones_industriales.aspx)
9. Ahmed, E., Yaqoob, I., Ahmed, A., Gani, A., Imran, M., Guizani, S. (2016). Green industrial networking: recent advances, taxonomy, and open research challenges, in IEEE Communications Magazine, vol. 54 (10), 38-45.
10. Low-cost supervisory control and data acquisition systems. In: 2019 IEEE 4th Colombian Conference on Automatic Control (CCAC), Medellin, 2019. pp. 01–06.

## 16. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

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

Infraestructura			Equipos	
Laboratorio Industriales	de	Redes	PC DELL, Core i7	Laboratorio Industriales, DACI
Laboratorio Industriales	de	Redes	Woderware Software (Schneider Electric)	Laboratorio Industriales, DACI
Laboratorio Industriales	de	Redes	PLC Compactlogix con Módulo de Comunicación Devicenet (Allen Bradley)	Laboratorio Industriales, DACI
Laboratorio Industriales	de	Redes	PLC Micrologix 1400 con Comunicación Modbus TCP (Allen Bradley)	Laboratorio Industriales, DACI
Laboratorio Industriales	de	Redes	PLC S7-1200 con Comunicación Profnet y Módulo de Comunicación Modbus (Siemens)	Laboratorio Industriales, DACI
Laboratorio Industriales	de	Redes	PLC M580 con Módulo de Comunicación Modbus (Schneider Electric)	Laboratorio Industriales, DACI
Laboratorio Industriales	de	Redes	Variador de Velocidad con Comunicación Modbus (Schneider Electric)	Laboratorio Industriales, DACI
Laboratorio Industriales	de	Redes	Medidor de Energía con Comunicación Modbus (Siemens)	Laboratorio Industriales, DACI

## B. DATOS INFORMATIVOS

### 1. INFORMACIÓN DEL DIRECTOR, COLABORADORES Y COLABORADORES TÉCNICOS



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y**  
**VINCULACIÓN**



<b>Apellidos y nombres</b>	<b>No. de Cédula</b>	<b>HSS*</b>	<b>Departamento**</b>	<b>Rol</b>	<b>Título de mayor nivel y mención.</b>
Ana Verónica Rodas Benalcázar	1705863510	8	Departamento de Automatización y Control Industrial	Director	Magister en Gerencia Empresarial, mención Operaciones y Calidad
Silvana del Pilar Gamboa Benítez	1712333721	6	Departamento de Automatización y Control Industrial	Colaborador	Doctora en Ingeniería Eléctrica

\*HSS =Horas Semana Semestre: Es el número de horas que se dedica por semana a la investigación.

\*\* En el caso de que los colaboradores sean de otro departamento se debe adjuntar el aval de las horas de dedicación del Jefe de Departamento.



**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: ANA VERONICA RODAS BENALCAZAR  
C.I.: 1705863510



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN**  
**Proyecto de Investigación Interno**  
**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO**



Título del Proyecto:

**DESARROLLO DE SERVIDORES DE DATOS E HISTORIADORES DE PROCESO UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE**

		AÑO 1																																															
Nº	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	<b>Establecer los requerimientos del software a desarrollar</b>	█	█	█	█																																												
1.1	Fundamentación Teórica y Revisión de Normativas	█	█	█																																													
1.2	Revisión de Características y Funcionalidades de Servidores de Datos Industriales Comerciales			█	█																																												
1.3	Establecimiento del procedimiento de reestructuración y mejoras del software de drivers de comunicación			█	█																																												
2	<b>Revisión de herramientas de software para el desarrollo</b>					█	█	█																																									
2.1	Revisión de herramientas de software					█	█	█																																									
2.2	Verificación de herramientas de software					█	█																																										
3	<b>Desarrollo de la programación sobre los códigos de programación disponibles</b>					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
3.1	Implementación de Drivers de Comunicación Profinet					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
3.2	Implementación de Mejoras Drivers de Comunicación									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
3.3	Mejoras del Interface de Configuración									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
3.4	Desarrollo de Mecanismos de Intercambio de Datos													█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
3.5	Desarrollo de Aplicación de Registro Temporal y de Largo Plazo de Datos																	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
3.6	Implementación de Interface de Operador de Prueba																					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
4	<b>Validación del Software Desarrollado</b>																													█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
4.1	Validación de Funcionamiento de los Drivers Desarrollados																													█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
4.2	Validación de Comunicación entre Drivers y Aplicaciones de Windows																																	█	█	█	█	█	█	█	█								
4.3	Validación de Historiadores de Proceso																																					█	█	█	█								
4.4	Conclusiones y Resultados del Trabajo																																									█	█	█	█				