**F\_AA\_225**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE CONTROL**

**PLAN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO DE TRABAJO DE TITULACIÓN: ESTÚDIO TÉCNICO**

|  |  |
| --- | --- |
| **I.- INFORMACIÓN BÁSICA** | |
| **PROPUESTO POR:**  Christopher Alexis Castro Garcés | **ÁREA:**  SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO  **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  ROBÓTICA Y ATOMATIZACIÓN |
| **AUSPICIADO POR:**  Director: Dra. Silvana del Pilar Gamboa Benítez  Codirector: Ing. Ana Verónica Rodas Benalcázar MBA | **FECHA:**  12 de julio de 2021 |
| **RELACIÓN:**  **Nombre del Proyecto de Investigación:** PII-DACI-2021-01 Desarrollo de servidores de datos e historiadores de proceso utilizando software libre  **Nombres y Apellidos director del Proyecto de Investigación:** Ing. Ana Verónica Rodas Benalcázar MBA | |
| **II.- INFORMACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN** | |
| 1. **Título del Trabajo de Titulación**   *“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN HISTORIADOR DE PROCESOS BASADO EN SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO”* | |
| 1. **Planteamiento del problema**   La necesidad de recopilar datos resultantes de la operación de un determinado proceso, así como la necesidad de poder respaldar los mismos para la generación de históricos que ayuden a la optimización del proceso en cuestión, obliga a que el sector industrial requiera de aplicativos que se encarguen del intercambio y almacenamiento de datos con los diferentes dispositivos que se encuentran dentro de la pirámide de automatización. Dicha aplicativa toma el nombre de Historiador de procesos [1].  Así mismo, a nivel industrial, un historiador de procesos tiene su utilidad como parte de un software de aplicación [2] orientado a un sistema SCADA [3] de tal forma que se encuentra cubriendo el área de gestión de datos de todo un entorno digital orientado a la centralización de información asociada a la pirámide de automatización garantizando: el manejo de una cantidad ilimitada de datos, respaldo a largo plazo y capacidad de conexión a sistemas externos. Dichas funcionalidades son las que caracterizan y definen la operación de un historiador de procesos, por otro lado, cada desarrollador agrega funcionalidades personalizadas que se ajustan a su modelo de negocio proporcionando ventajas comúnmente orientadas a facilitar ya sea el despliegue, operación o integración del software en un entorno de desarrollo o de producción.  A nivel comercial es frecuente encontrarse dicho software como una herramienta complementaria al entorno virtual que representa al sistema SCADA, es decir que no es más que un servicio adicional que puede ser acoplado a dicho entorno y que opera como un módulo completamente autónomo, con ciertas variantes asociadas a las herramientas disponibles y ciertas limitantes en la cantidad de conexiones simultáneas con dispositivos externos, dependiendo del desarrollador. De esta forma, el modelo de negocio de muchos de los proyectos comerciales de historiadores de procesos se enfoca principalmente en ofrecer un servicio escalable en donde el costo del mismo es proporcional a la cantidad de comunicaciones simultaneas que puede mantener con sistemas externos.  En la actualidad existen un determinado número de desarrolladores de software que buscan satisfacer esta necesidad y que incorporan herramientas que facilitan el trabajo, sin embargo, la mayoría de ellos requieren de una licencia que usualmente es de un costo relativamente elevado. Por esta razón es muy común que el sector industrial, específicamente aquellos que no pueden realizar fuertes inversiones como es el caso de la micro, pequeña y mediana industria (MIPYMES [4]), opten por no utilizar un sistema de registro o, en su defecto, utilizar software comercial sin su licencia, lo que limita las capacidades del software en cuestión, esto siempre y cuando el desarrollador lo permita. Por otro lado, existen aplicaciones con licencia de libre acceso para respaldo de datos, pero no están enfocadas para funcionar en un ambiente industrial.  Por las razones mencionadas, se propone desarrollar, utilizando software libre, una aplicación que funcione como historiador de procesos, misma que constará de un “back-end”[5] encargado de administrar el tráfico de información de entrada o salida del aplicativo así como de su respectivo respaldo y de un “front-end”[5] conformado por una interfaz de usuario que permite modificar y visualizar información inherente a sus capacidades de comunicación así como de su despliegue de servicios. | |
| 1. **Justificación**   ***3.1 Justificación práctica***  Registrar los estados de las diferentes variables de control y monitoreo de un proceso depende, en su mayoría, de: un servidor de aplicación[6], que se encarga de centralizar las comunicaciones de los diferentes dispositivos de control, dispositivos de monitoreo y otros servidores que se comunican por diferentes protocolos [7]; de un motor de bases de datos [8], encargado del almacenamiento y de mantener los registros disponibles en todo momento para el o los servidores de aplicación mencionados anteriormente; y de un cliente [9], que es la interfaz gráfica [10] mediante la cual el operador hace consultas a la base de datos y mediante la cual se configuran ciertos parámetros asociados a la comunicación.  Tener a disponibilidad una herramienta registradora incurre en varios beneficios que a final del día se verán reflejados en la economía de la MYPYMES. La posibilidad de realizar análisis de datos para conocer mejor un proceso, agendar fechas de mantenimiento de equipos y el monitoreo orientado a seguridad de la operación de dichos equipos, son solo algunas de las preeminencias de contar con la ya mencionada herramienta.  A día de hoy, la ideología de desarrollo basada en un paradigma de libre acceso [11] ha tomado mucha fuerza, razón por la cual existen herramientas a nivel de hardware y software que facilitan el diseño, implementación, configuración e integración de sistemas resultando en un ahorro económico significativo cuando se habla, a nivel industrial, de costos por software de ingeniería de las MYPYMES.  Poner a disponibilidad un software que recopile los aspectos y los beneficios mencionados para el público en general y para su ejecución y/o modificación en un ambiente de trabajo que se encuentra en etapa de diseño u operación, es la inspiración del presente proyecto que busca subvencionar a las MYPYMES al desarrollar una herramienta de libre acceso que permitirá: realizar históricos de los datos asociados a un proceso o, en su defecto, un conjunto de procesos y dar seguimiento a dichos datos.  ***3.2 Justificación comparativa***  Actualmente, en la EPN, no existen trabajos de investigación con una temática enfocada en el diseño e implementación de un Software Historiador de Procesos como tal, más bien, muchos de los trabajos, se centran en la implementación de sistemas prácticos de registro de datos de proceso usando software comercial. | |
| 1. **Hipótesis**   ***4.1. Alcance***  Se realizará una recopilación bibliográfica de documentos técnicos referentes a historiadores en procesos industriales.  Se establecerán los requerimientos que debe cumplir el historiador de proceso en base a un análisis cualitativo de aplicativos comerciales enfatizando sus capacidades de gestión de flujo de datos y las herramientas visuales para el monitorio de los datos en cuestión.  Se realizará un estudio comparativo enfatizando las diferencias entre los principales tipos de bases de datos: de tipo relacional y no relacional.  Se seleccionará el entorno de programación, basado en código abierto, a usarse en la implementación en función de los requerimientos establecidos al estudiar los aplicativos comerciales.  En base a los requerimientos establecidos previamente, se diseñará los componentes que deben integrar el historiador de proceso procurando una arquitectura modular, de tal forma que facilite el desarrollo y, especialmente, posibles modificaciones a futuro.  Se diseñará e implementará una herramienta que permita la inicialización de una base de datos, es decir, la configuración de seguridad y acceso; la definición de sus respectivos atributos y la definición de los vínculos que los interrelacionan.  Se diseñará e implementará una aplicación que permita establecer múltiples conexiones con la base de datos para que múltiples dispositivos puedan conectarse en tiempo real con el objeto de enviar información para su respectivo almacenamiento en la base de datos.  Se diseñará e implementará una aplicación que, utilizando protocolos de comunicación basados en internet, será capaz de administrar la conexión local y remota de múltiples clientes web que tienen el objetivo de realizar consultas a la base de datos y así poder extraer información, tanto histórica como en tiempo real, de los dispositivos asociados a la misma.  Se diseñará e implementará un cliente web que satisfaga los requerimientos que un operador de procesos necesita de una interfaz visual para garantizar un adecuado control y monitoreo de un determinado proceso en base a sus datos históricos.  Una vez desarrollado el software, se realizarán pruebas enfocadas en la verificación de su correcto funcionamiento, así como de la facilidad de su operabilidad utilizando como base de pruebas un proceso industrial dividido en subprocesos de tal manera que cada subproceso cuente con dispositivos de campo, control, supervisión y operación que se encontrarán registrando información asociada a su operación en el aplicativo utilizando un protocolo de comunicación. | |

|  |
| --- |
| 1. **Objetivo General**   Diseñar e implementar un historiador de procesos basado en software de código abierto. |

|  |
| --- |
| 1. **Objetivos específicos**    1. Realizar una recopilación bibliográfica referente a las características, la implementación y el uso de historiadores en procesos industriales.    2. Determinar los principales requerimientos con los que debe cumplir un historiador de procesos industrial.    3. Seleccionar el software libre en base al cual se trabajará el historiador de procesos.    4. Diseñar e implementar un historiador de procesos de código abierto, con una interfaz de visualización y configuración para el operador.    5. Realizar pruebas de validación de funcionamiento del historiador de procesos implementado. |

|  |
| --- |
| 1. **Metodología:**     * + 1. *Fase teórica*  * Se revisará bibliografía y documentos técnicos o normativas, de existir, referentes a las características u funcionalidades de los historiadores en procesos industriales. * Se establecerán los requerimientos a cumplir por el historiador de procesos, a nivel de software, para gestionar la información de registro y monitoreo de un proceso industrial en una base de datos. * Se establecerán los requerimientos de las principales herramientas que un operador de procesos necesita, de una interfaz gráfica de usuario (GUI), para una adecuada visualización de los registros almacenados en una base de datos. * Se estudiarán las diferencias entre los dos principales tipos de bases de datos: relaciona y no relacional con el objeto de determinar el motor más adecuado para el manejo de información dentro del historiador de procesos. * Se seleccionará un entorno de programación basado en software libre que permita satisfacer las necesidades resultantes de los requerimientos de la aplicación.   + - 1. *Fase de diseño, análisis o implementación metodológica* * Partiendo de los requerimientos establecidos para el historiador de procesos, se implementará una herramienta que permita inicializar la base de datos elegida: su configuración de acceso, seguridad y la definición del modelo de datos con sus respectivos atributos. * Se diseñará una aplicación, que se encargue de la gestión de datos provenientes de los diferentes clientes que desean registrar datos en el historiador de procesos. * Se diseñará un GUI que permita un fácil acoplamiento a los clientes que desean registrar datos en la aplicación, utilizando un determinado protocolo de comunicación. * Se diseñará un aplicativo que será el encargado de la gestión del tráfico de información entre la base de datos y uno o varios clientes web. * Se diseñará un cliente web, que proporcione una interfaz visual con las principales herramientas que un operador necesita para un adecuado monitoreo y configuración de las métricas a registrarse en el aplicativo.   + - 1. *Fase de simulación y/o implementación (si aplica)* * Se implementará una base de datos considerando todos los requerimientos resultantes de la fase teórica y de diseño. * Se implementarán las aplicaciones que gestionen el tráfico de información tanto de entrada como de salida entere el aplicativo y el motor de base de datos. * Se implementará un driver de comunicación que permita la configuración y acoplamiento entre el historiador de procesos y dispositivos que operen utilizando protocolos de comunicación industrial. * Se implementarán las interfaces de monitoreo y configuración de las métricas asociadas a los dispositivos conectados al historiador de procesos. * Se implementará un entorno virtual [12] que funcione como una suite de aplicaciones que contenga todo lo necesario para la ejecución del historiador de procesos.   + - 1. *Fase de validación / análisis de resultados/ pruebas de funcionamiento* * Se realizarán pruebas del correcto funcionamiento del software de aplicación implementado, emulando un proceso industrial, mismo que tiene variables asociadas cuyo monitoreo e historización es de interés. * Se comparará el aplicativo desarrollado con un historiador de proceso comercial para validar el cumplimiento de las funcionalidades y requerimientos mínimos que lo avalen como un software apto para su uso en entornos industriales. |

|  |
| --- |
| 1. **Plan de trabajo**   ***Actividades:***   * + - 1. *Fase teórica* * Estudio del estado del arte de herramientas, a nivel de software, orientadas al registro de históricos de procesos industriales. * Definición de los requerimientos de gestión de tráfico de datos en un historiador de procesos industriales. * Definición de los requerimientos de una interfaz visual para el control y monitoreo de los datos asociados a un historiador de procesos industriales. * Estudio comparativo entre bases de datos relacionales y no relacionales. * Elección de un entorno de programación de código abierto sobre el cuál se implementarán el historiador de proceso definido en puntos anteriores.   + - 1. *Fase de diseño, análisis o implementación metodológica*   + Diseño de un script [13] que permita inicializar y configurar una base de datos relacional.   + Diseño de un servidor de aplicación que permita insertar información a la base de datos utilizando protocolos de comunicación comunes en un entorno industrial.   + Diseño de una interfaz de usuario para la configuración de las métricas asociadas a los diferentes clientes conectados al aplicativo.   + Diseño de un servidor de aplicación que permita a varios clientes web realizar consultas a una base de datos.   + Diseño de una interfaz de usuario para la visualización de los datos históricos y en tiempo real de los clientes conectados y sus métricas asociadas.     - 1. *Fase de simulación y/o implementación (si aplica)*   + Implementación de una base de datos.   + Implementación de un aplicativo encargado de gestionar el tráfico de información de entrada y salida a la base de datos.   + Implementación de un módulo de comunicaciones que, utilizando protocolos comunes a nivel industrial, facilite el acceso a diferentes clientes que deseen hacer uso del aplicativo.   + Implementación de un cliente web que, mediante una interfaz visual, permite la visualización de los registros históricos y en tiempo real de la información asociada al tráfico de datos de salida aplicativo.   + Implementación de una interfaz visual de configuración que permita gestionar el tráfico de datos de entrada al aplicativo utilizando protocolos de comunicación industrial hacia una base de datos.   + Creación de una imagen virtual que contiene el proyecto y sus correspondientes dependencias.     - 1. *Fase de validación / análisis de resultados/ pruebas de funcionamiento*   + Pruebas de funcionamiento del software desarrollado.   + Comparación con historiadores de procesos comerciales.   ***Temario:***  ***Contenido***  ***Resumen***  ***Abstract***   * 1. *Introducción*   2. *Metodología*   3. *Resultados y Discusión*   4. *Conclusión*   *Referencias Bibliográficas*  *Anexos* |

|  |
| --- |
| 1. **Bibliografía**   [1] I. Yee and H. Eren, “Data historian,” *Instrument Engineers’ Handbook, Volume Three: Process Software and Digital Networks*, pp. 465–470, 2012, Accessed: Apr. 28, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Halit-Eren-2/publication/294885293\_Data\_Historian/links/5c1a075ba6fdccfc7058bae6/Data-Historian.pdf.  [2] “Mipymes y Organizaciones de Economía Popular y Solidaria son una pieza clave para la economía del país – Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN,” *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.  https://www.normalizacion.gob.ec/mipymes-y-organizaciones-de-economia-popular-y-solidaria-son-una-pieza-clave-para-la-economia-del-pais/ (accessed Apr. 28, 2021).  [3] “Informática Básica: ¿Qué es un programa o aplicación?,” *GCFGlobal.org*. https://edu.gcfglobal.org/es/informatica-basica/que-es-un-programa-o-aplicacion/1/ (accessed Apr. 28, 2021).  [4] A. Daneels and W. Salter, “What is SCADA?,” 1999. Accessed: Apr. 28, 2021. [Online]. Available: https://cds.cern.ch/record/532624/files/mc1i01.pdf.  [5] P. G. Smith, *Professional website performance: optimizing the front-end and back-end*. John Wiley & Sons, 2012.  [6] “Introducción: servidores de aplicaciones,” *www.ibm.com*. https://www.ibm.com/docs/es/was/9.0.5?topic=servers-introduction-application (accessed Apr. 28, 2021).  [7] N. O. Alonso, *Redes de comunicaciones industriales*. Editorial UNED, 2013.  [8] A. Silberschatz, H. F. Korth, and S. Sudarshan, “Database system concepts,” 1997. https://snscourseware.org/snsctnew/files/1581236100.pdf (accessed Apr. 28, 2021).  [9] E. Marini, “El modelo cliente/servidor,” , 2012. https://www.linuxito.com/docs/el-modelo-cliente-servidor.pdf (accessed Apr. 28, 2021).  [10]lbornoz, María Claudia, M. Berón, and Montejano, Germán Antonio, “Interfaz gráfica de usuario: el usuario como protagonista del diseño,” 2017, Accessed: Apr. 28, 2021. [Online]. Available: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/62078.  [11] González Barahona, Jesús, Seoane Pascual, Joaquín, and G. Robles, *Introducción al software libre*. Barcelona: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya, 2003., 2003.  [12] P. A. Pessolani, Gonnet, Silvio M, F. G. Tinetti, and T. Cortes, “Sistema de virtualización con recursos distribuidos,” 2012, Accessed: Apr. 28, 2021. [Online]. Available: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18375  [13] S. A. Parsons and A. D. Harrington, “Following the script,” *Phi Delta Kappan*, vol. 90, Art. no. 10, 2009, Accessed: Apr. 28, 2021. [Online]. Available: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/003172170909001014?journalCode=pdka |

|  |
| --- |
| 1. **Cronograma**   Se encuentra en el Anexo 1. |

Firma:



|  |  |
| --- | --- |
| Christopher Alexis Castro Garcés |  |
| Proponente 1 |  |
| Email: christopher.castro@epn.edu.ec  Telf.: 0983483791 |  |

Firma: Firma:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Silvana del Pilar Gamboa Benítez |  | Ana Verónica Rodas Benalcazar |
| DIRECTOR |  | CODIRECTOR (*Si aplica*) |
| Email:  Telf.: |  | Email:  Telf.: |

**Anexo 1: CRONOGRAMA**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ACTIVIDADES** | **Año** | 2021 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Total De Horas** | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Horas** | 20 | 20 | 20 | 20 | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Estudio del estado de arte de historiadores de procesos industriales | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Definición de los requerimientos para el control de tráfico de datos. | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Definición de los requerimientos visuales del historiador de procesos. | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estudio comparativo entre bases de datos de tipo relacional y no relacional. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elección de un entorno de programación de código abierto. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Diseño de un script de inicialización de la base de datos. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Diseño de un servidor de aplicación encargado de gestionar el tráfico de datos de entrada a la aplicación. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Diseño de un GUI de configuración para el tráfico de datos de entrada a la aplicación. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Diseño de un servidor de aplicación encargado de gestionar el tráfico de datos de salida de la aplicación. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Diseño de un GUI de visualización de los registros del historiador de procesos. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementación de la base de datos. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementación del aplicativo encargado de gestionar el tráfico de datos del historiador de procesos. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementación de un módulo de comunicaciones. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementación de una interfaz web que permita visualizar los registros del historiador. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementación de una interfaz web que permita configurar los parámetros de comunicación del historiador y sus clientes. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Creación de una imagen virtual que contenga el proyecto y sus dependencias. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pruebas de funcionamiento del software desarrollado. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Comparación con historiadores de proceso comerciales. | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |