UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE MECATRÓNICA

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL MONITOREO DE LAS ESTACIONES DE MECÁNICA EXPRÉS APLICADO A UNA RED DE TECNICENTROS Y DISTRIBUIDORAS DE NEUMÁTICOS

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORE: JOHNNY MATEO HEREDIA PINOS

TUTOR: ING. EDY LEONARDO AYALA CRUZ PHD.

Cuenca – Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Johnny Mateo Heredia Pinos con documento de identificación N° 0104804356 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Ciudad, 27 de enero del 2025

Atentamente,

Johnny Mateo Heredia Pinos
0104804356

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Johnny Mateo Heredia Pinos con documento de identificación N° 0104804356, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del artìculo acadèmico: "Diseño de un sistema automatizado para el monitoreo de las estaciones de mecánica exprés aplicado a una red de tecnicentros y distribuidoras de neumáticos", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 27 de enero del 2025

Atentamente,

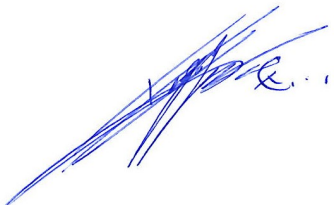
Johnny Mateo Heredia Pinos
0104804356

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edy Leonardo Ayala Cruz con documento de identificación N° 0105627277, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL MONITOREO DE LAS ESTACIONES DE MECÁNICA EXPRÉS APLICADO A UNA RED DE TECNICENTROS Y DISTRIBUIDORAS DE NEUMÁTICOS, realizado por Johnny Mateo Heredia Pinos con documento de identificación N° 0104804356, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción artìculo acadèmico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 27 de enero del 2025

Atentamente,



Edy Leonardo Ayala Cruz
0105627277

Índice

1 Introducción **2**

2 Materiales y Métodos **2**
2.1 Diseño mecánico . . . 2
2.1.1 Desmontadora de neumáticos . . . 3
2.1.2 Alineadora . . . 3
2.1.3 Balanceadora . . . 4
2.1.4 Servicios mecánicos . . . 5
2.1.5 Máquina para cambio de aire acondicionado . . . 5
2.2 Diseño Electrónico . . . 6
2.3 Software . . . 7
2.3.1 Programación PLC Logo . . . 7
2.3.2 Procesamiento de datos con Azure Data Factory . . . 8
2.4 Integración con Azure Machine Learning . . . 8
2.4.1 Presentació de datos en Power BI . . . 8
2.5 Sistema OCR . . . 9

3 Resultados y Discusión **9**

4 Conclusiones **9**

Lista de Tablas

1 Comparación del rendimiento en términos de consumo energético [1] 10

Lista de Figuras

1 Esquema del sistema 2
2 Ejemplificación de instalación de PLC para el sistema planteado. [2] 3
3 Identificación de ubicación del sensor para una desmontadora de neumáticos. [3] 3
4 Flujo de trabajo para una desmontadora de neumáticos con el sistema planteado. 3
5 Identificación de ubicación del sensor para una alineadora de vehículos. [**?**] 4
6 Flujo de trabajo para una alineadora de neumáticos con el sistema planteado. 4
7 Identificación de ubicación del sensor para una balanceadora de neumáticos. [4] 4
8 Flujo de trabajo para una balanceadora de neumáticos con el sistema planteado. 5
9 Identificación de ubicación del sensor para una balanceadora de neumáticos. [5] 5
10 Flujo de trabajo para servicios mecánicos. 5
11 Identificación de ubicación del sensor para una máquina de recambio de aire acondicionado. [6] 6
12 Flujo de trabajo para una máquina de recambio de aire acondicionado. 6
13 Diagrama de conexión del sistema. 6
14 Esquema del PLC 7
15 Ejemplo datos tabulados 8
16 Ejemplo de configuración de Azure Machine Learning. [7] 8
17 Ejemplo aplicación de la herramienta Power BI para análisis de Marketing y Ventas. [8] 9

Artículo Científico / Scientific Paper

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
INGENIUS
Revista de Ciencia y Tecnología

pISSN: 1390-650X / eISSN: 1390-860X

Diseño de un sistema automatizado para el monitoreo de las estaciones de mecánica exprés aplicado a una red de tecnicentros y distribuidoras de neumáticos

Design of an automated system for monitoring express mechanics stations applied to a network of auto service centers and tire distributors.

Johnny Heredia [1], , Edy Ayala [2],

Resumen

Se va a generar una propuesta de diseño para un sistema que permita el monitoreo continuo de un taller de mecánica exprés a través de instrumentación e IoT en las diferentes estaciones, además se utilizará IA y diferentes sotfwares que procecen y analicen los datos obtenidos que puedan generar respuestas estadísticas, planes de mantenimiento y acción para un mejor desempeño del taller así también como un ahorro en el consumo energético del mismo al aplicar estas tecnicas innovadoras para el sector mecánico automotriz.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, IoT, Mantenimiento Predictivo, Monitoreo.

Abstract

A design proposal will be developed for a system that enables continuous monitoring of an express mechanical workshop through instrumentation and IoT across its various stations. Additionally, AI and different software tools will be utilized to process and analyze the collected data, providing statistical insights and action plans for improved workshop performance, as well as energy savings. These innovative techniques will be applied to enhance the efficiency of the automotive mechanical sector.

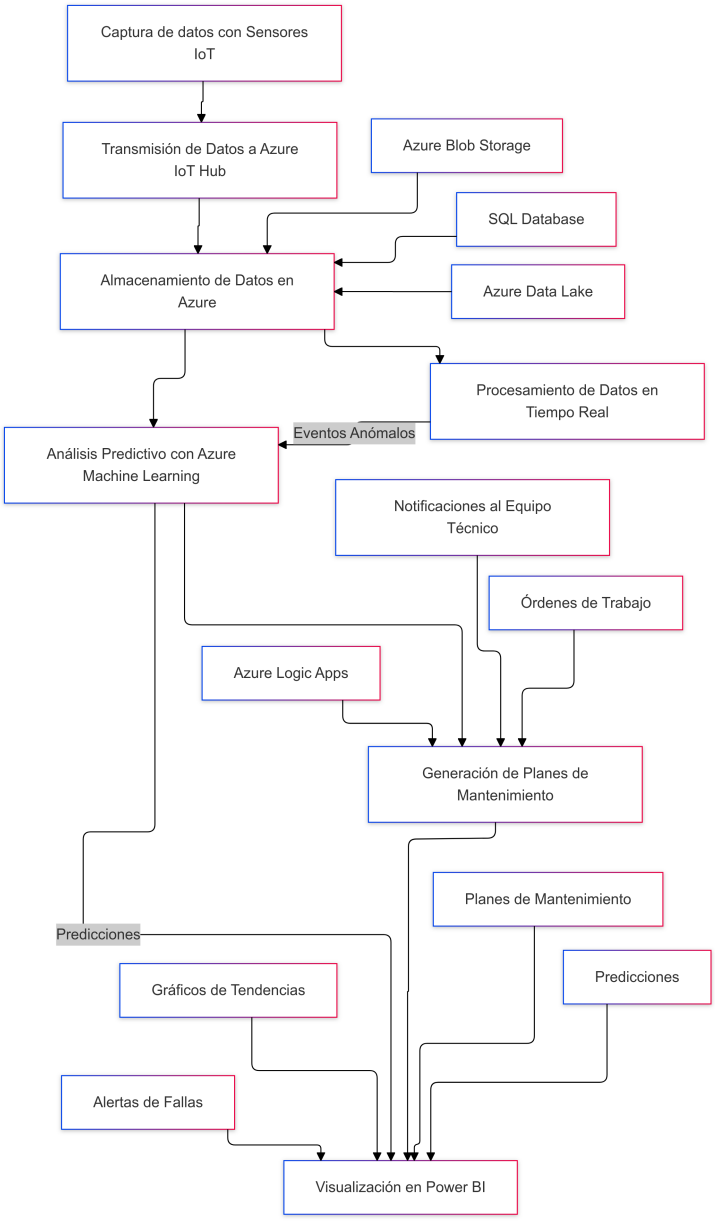
Keywords: Artificial Intelligence, IoT, Predictive Maintenance, Monitoring.

1. Introducción

En este documento se describe el comportamiento de un taller de mecánica exprés detallando las falencias existentes debido a una falta de monitoreo continuo y carencia de planes de mantenimiento predictivo ya que no se cuenta con la información adecuada para generar dichos planes en las diferentes estciones del taller, además se presenta el diseño de un sistema integral que permite satisfacer estas interrogantes empleando un ingeniería mecatrónica donde se implementa instrumentación y tecnologías informáticas para mediante IoT e Inteligencia Artificial solventar las necesidades del tecnicentro referidas al monitoreo y control de las máquinas utilizadas, además de generar un registro automático con OCR donde se descriva los servicios realizados en cada vehículo así también permitiendo entender el comportamiento de los usuarios y cuales son los servicios más concurridos.
Se desarrollará el diseño mecánico, eléctrico, electrónico y programación de un sistema que genere un registro que muestre el comportamiento y flujo de trabajo del taller, dicho sistema pretende optimizar recursos humanos y materiales, mejorar el desempeño de la maqinaria y la generar planes de mantenimiento adecuados, que incrementen de la productividad, ya que al momento no se emplea un sistema que registre métricas importantes para el monitoreo y control del taller.
Este sistema resuelve la problemática que atraviesa este tipo de talleres ya que al proporcionar servicios que comprenden poco tiempo, por ser de mantenimiento, a comparación de talleres mecánicos que realizan reparaciones o modificaciones que implica el trabajo de más horas y empleados para ser llevados a cabo. Esta diferengia genera problemas de falta de control y monitoreo ya que no es posible medir la eficiencia así también como el desgaste de las máquinas porque som trabajos realizados a velocidad imposibilitando ser registrados, por lo que este tipo de talleres se manejan mediante planes de mantenimiento correctivo y en casos específicos mantenimiento preventivo lo que no es óptimo ya que el manteniemiento no se hace considerando el estado real de la máquina, es decir solo se sigue un plan dado por el fabricante sin tomar en cuenta factores externos y específicos de cada caso dando como resultado uso innecesario de recursos materiales y de personal. Por esto radica la relevancia de la propuesta presentada a continuación.
Este sistema en su componente técnico busca estar estandarizado ya que su objetivo es ser aplicable y replicable con poca dificultad, para esto sus componentes serán elementos normalizados con el fin de su fácil mantenimiento y fabricación.

En el siguiente diagrama se detalla el flujo de trabajo del sistema y como sinérgicamente trabajan cada uno de los elementos tanto de hardware como de software.

Figura 1. *Esquema del funcionamiento del sistema propuesto.*



2. Materiales y Métodos

2.1. Diseño mecánico

En el siguiente apartado se describirá el proceso para la selección del tipo de sonsores basados en el principio mecánico de funcionamiento de cada máquina y el análisis del modo de operación de estas estaciones, cabe recalcar que se pretende ser lo menos invasibos en dichas máquinas por lo que los sistemas sensarán variables diferentes a las que ya detectan dichas máquinas.

Además se tomará en consideración que son elementos que estarán expuestos a un ambiente te trabajo pesado y contínuo así que se evitará que los sensores propuestos requieran el contacto con ciertas partes de las máquinas evitando así de el desgaste por fricción. También se contempla el uso de un gabinete metálico donde permanecerá el PLC con sus módulos pertinentes, esto es debido a las condiciones ambientales del lugar buscando proteger los equipos contra el polvo y daños físicos que puedan perjudicar el funcionamiento del equipo, además que previene de la manipulación de personal no autorizado, el equipo se implementaría como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2. Ejemplificación de instalación de PLC para el sistema planteado. [2]

2.1.1. Desmontadora de neumáticos

Una enllantadora posee muchas partes mecánicas móviles, sus actuadores en la mayoría de casos son tipo naumáticos por lo que luego de analizar las diferentes partes y susbsitemas que componen a la máquina se determinó que el elemento que describe el uso de la máquina es el brazo desmontador, este tiene un movimiento en dos ejes, los cuales pueden ser facilmente sensados.

Figura 3. Identificación de ubicación del sensor para una desmontadora de neumáticos. [3]

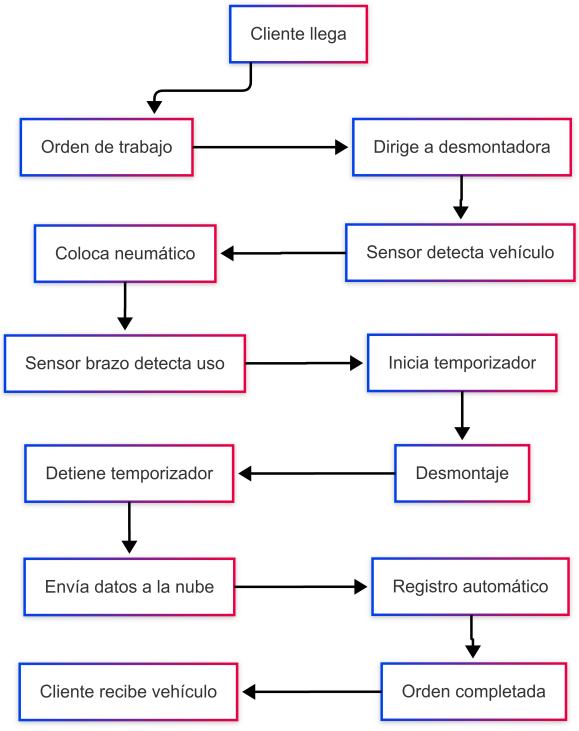


Figura 4. Flujo de trabajo para una desmontadora de neumáticos con el sistema planteado.

2.1.2. Alineadora

En esta estación al necesitar variós elementos móviles para su funcionamiento se opta por colocar sensores ultrasónicos en la base del banco de alineación con el

fin de identificar cuando un vehículo se encuentra en la estación, con esto se logra sensar de manera acertada sin necesidad de que el dispositivo necesite contacto físico para determinar la presencia de un automotor.

Figura 5. Identificación de ubicación del sensor para una alineadora de vehículos. [**?**]

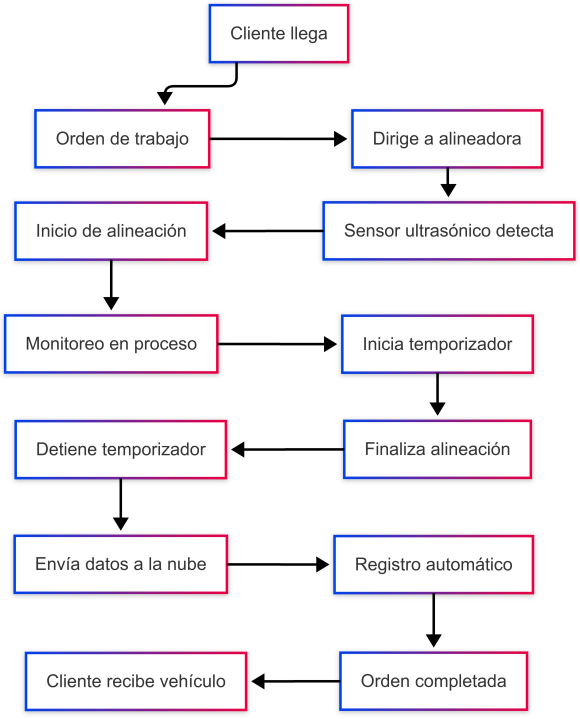


Figura 6. Flujo de trabajo para una alineadora de neumáticos con el sistema planteado.

2.1.3. Balanceadora

Para la balanceadora se necesitará el monitoreo en dos partes de su estructura, las cuales son la capota de protección y el eje principal ya que monitoreando la capota podremos determinar el número de veces que una rueda ha sido balanceada a su vez que sensando la carga puesta en el eje principal permitimos monitorear cuando un neumático es instalado y removido de la máquina balanceadora ya que actualmente las máquinas estandar ya sensan el cierre de la capota de protección como switch de seguridad para dar inicio al balanceo pero no se crea ningún registro de la actividad, por esto de debe instrumentar de manera separada estas acciones.

Figura 7. Identificación de ubicación del sensor para una balanceadora de neumáticos. [4]

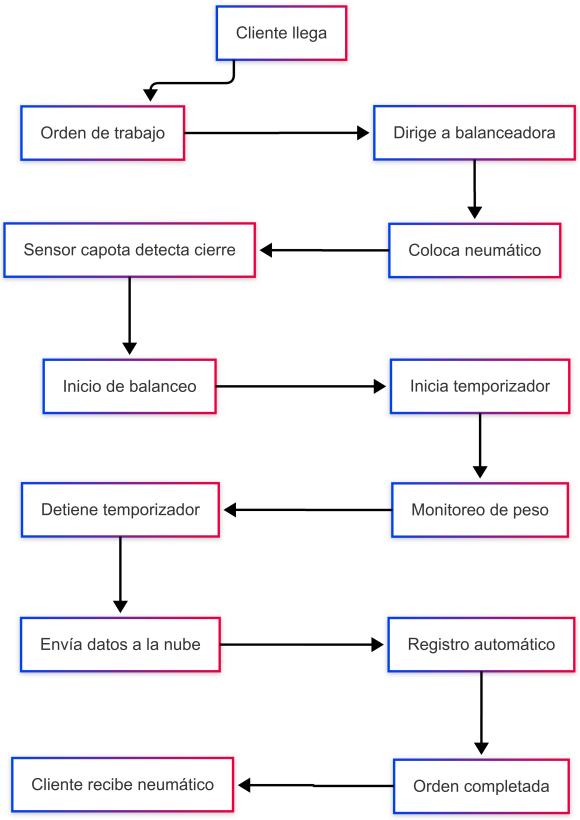


Figura 8. Flujo de trabajo para una balanceadora de neumáticos con el sistema planteado.

2.1.4. Servicios mecánicos

En esta estación se ulitilizan elevadores mecánicos, tras un análisis a la lógica de operación de esta maquinaria se requiere colocar sensores de proximidad en la base de dicho elevador, lo que permite identificar cuando un vehículo se encuentra montado en la estructura de igual manera cuando se baja de esta, esto es con el fin de no implementar sensores de peso ya que estarian en constante presión e incluso se tendrían que modificar los elevadores para su acoplamiento, además que esta es una ubicación estratégica ya que al momento de elevar un vehículo se está en cosntante presencia de los operarios que podrían manipular accidentalmente estos dispusitivos si se encontraran en otras partes mas accesibles, así como se muestra en la siguiente figura el sensor se colocaría en la mitad de la riel del elevador, donde al momento de estar en el suelo estaría rodeado de los brazos elevadores imposibilitando su facil manipulación, garantizando lecturas correctas, además estos sensores se colocarían en las dos rieles con el fin de condicionar el envío de señales.

Figura 9. Identificación de ubicación del sensor para una balanceadora de neumáticos. [5]

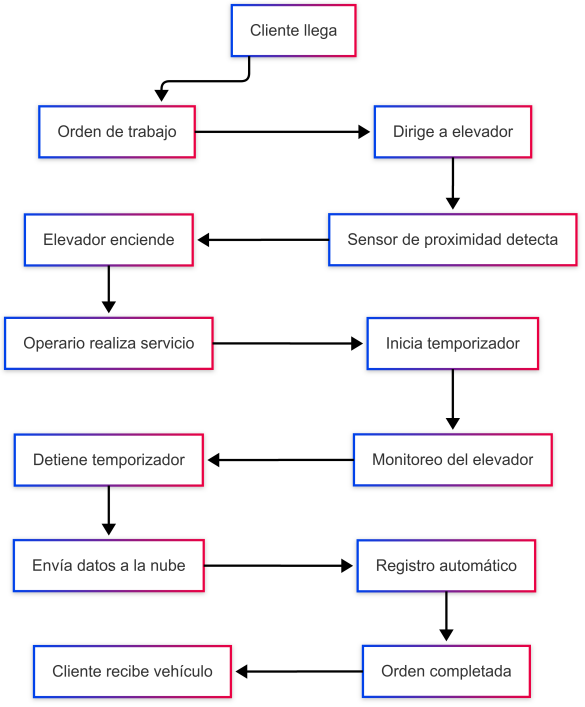


Figura 10. Flujo de trabajo para servicios mecánicos.

2.1.5. Máquina para cambio de aire acondicionado

Para esta estación se necesita determinar cuando la maquinaria está encendida ya que es un dispositivo que se mueve de manera contínua sea o no utilizado, para esto se tuvo en cuenta dos opciones:

- Sensor de temperatura: Esta variable es facilmente medida y sin posibilidad de generar falsos positivos ya que seguón la hoja de datos de la máquina esta solo alacanza .

- Sensor de vibraciones: Utilizado para inflar las llantas a la presión adecuada.

Figura 11. Identificación de ubicación del sensor para una máquina de recambio de aire acondicionado. [6]

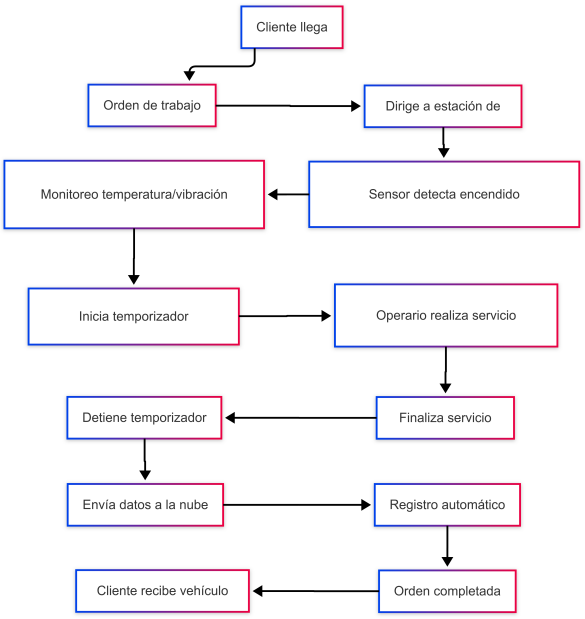


Figura 12. Flujo de trabajo para una máquina de recambio de aire acondicionado.

2.2. Diseño Electrónico

Al emplear un PLC, el diseño de esquema electrónico se basará en conectar sensores digitales a sus respectivas entradas, se usará un PLC LOGO 8.4, el cual consta de 8 enradas digitales lo cual satisface el problema, además existirá una PC de donde se administre y procesen los datos por medio de diferentes herramientas de Microsoft, para la comunicación de estos dispositivos se utilizará protocolo Wifi con el fin de evitar cableado físico.

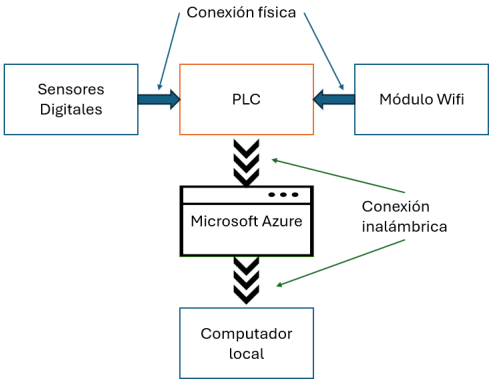


Figura 13. Diagrama de conexión del sistema.

Como se muestró en el diagrama, las conexiones físicas serán unicamente entre el PLC, los sensores y un módulo Wifi de ser el caso que la versión de PLC no lo tenga integrado, el resto de sinapsis serán de forma inalámbrica por protocolo Wifi, facilitando el envío

de datos y disminuyendo el trabajo y mantenimiento físico de estos elementos.

2.3. Software

El sistema de presentación y recopilación de datos se generará en una nube de Microsoft Azure ya que esta permite compatibilidad con el serto de sistema como PLC LOGO de SIEMENS y también con el sistema OCR-Computer Vision, haciendo así este ecosistema facilmente integrable y con vías de comunicación directas.

La aplicación de ordenador para programar el PLC LOGO es un software gratuito que permite la configuración total del equipo además que se puede codificar diferentes tipos de rutinas con leguajes como Ladder, Statment List y Function Block Diagram, haciendo de este un software versátil de fácil uso [9].

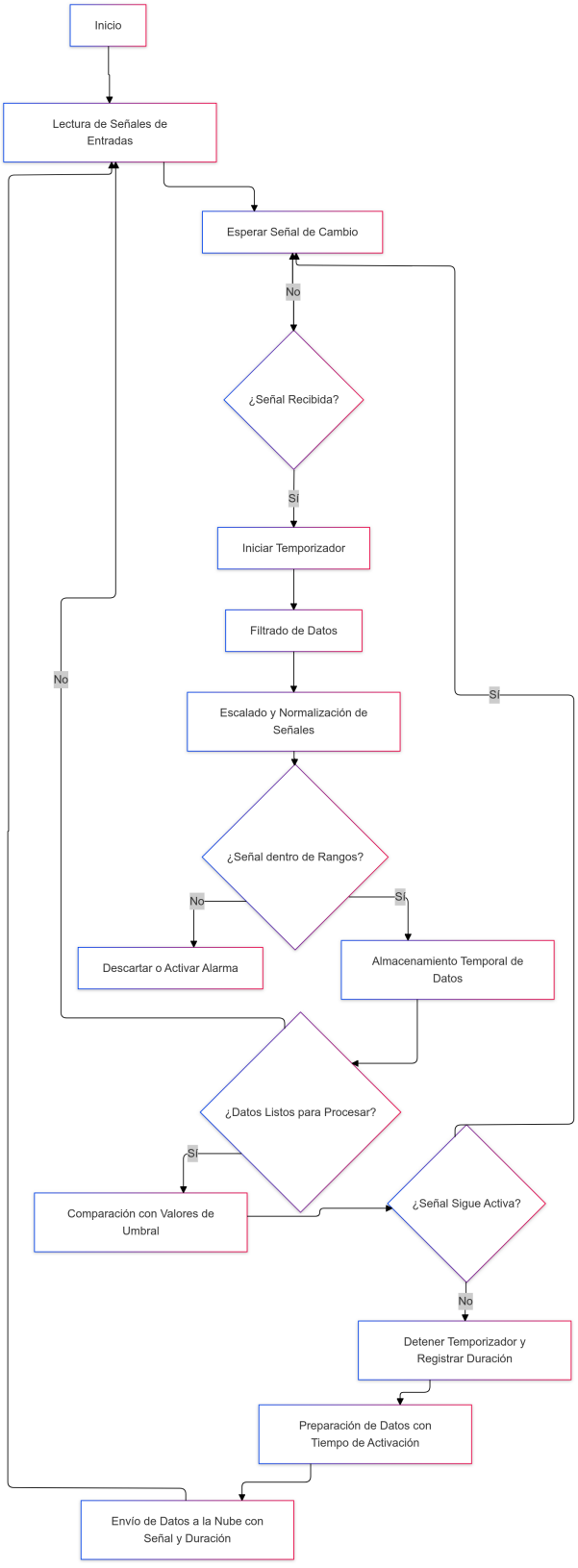
En el caso de Microsoft Azure se utilizarán varias herramientas que otorga una cantidad amplia de aplicaciones, para esto se puede programar estas funciones con uso de librerías al igual que empleando lenguaje Phyton y código R [10].

2.3.1. Programación PLC Logo

Para la integración de los dispositivos con el software para el análisis de datos se plantea utilizar un PLC Logo, este sistema embebido permite la obtención de señales tanto analógicas como digitales, además de conexión a la nube para el postprocesamiento de dicha data, este PLC cuenta con una aplicación de ordenador específico para su configuración y programación en forma de bloques, además dada a la versatilidad de este dispositivo existen librerías y componentes de Microsoft Azure que facilitan la conexión entre PLC Logo y la nube propuesta.

A continuación se detalla a manera de flujograma la lógica de programación del PLC con el fin de sintetizar y explicar claramente cómo se pretende la interacción de las señales obtenidas en la programación de bloques.

Figura 14. *Esquema del funcionamiento de la prgramación del PLC Logo.*



2.3.2. Procesamiento de datos con Azure Data Factory

Para integrar Azure Data Factory (ADF) en este sistema se deben utilizar herramientas internas, en primera instancia Iot Hub crea el puente de comunicación entre el PLC y Azure ya que tiene librerías y comandos específicos para este caso, para el almacenamiento temporal de datos previo a su procesamiento se debe emplear Data Lake que es un componente que permite guardar datos no estructurados, una vez los datos se encuentre en esta memoria temporal se los pueden procesar utilizando ADF, el cual generará una orquesta de flujo de los datos para transformar en tablas procesadas, esto es un paso crucial previo al análisis deductivo que se obtendrá con Machine Learning [11, 12].

Detallando más el esquema de operación como primer paso de configuración para poder recibir los datos del PLC, se debe establecer la entrada de datos en formato JSON con el fin de tener compatibilidad entre ecosistemas. Una vez establecido este protocolo se crea un Linked Service e ADF para conectarse con el apartado que almacenará los datos históricos por medio de Data Lake, así tendremos como resultado un emisor (ADF) y el receptor (Data Lake) [13].

Para poder organizar los datos obtenidos se genera un Pipeline en ADF que contenga las actividades e instrucciones de tranformación y almacenamiento de datos, teniendo como actividades clave a "Copy Data Activity" y "Mapping Data Flow" que permite administrar los datos de forma tabular al mapear las columnas JSON a colunmas de una tabla [14], teniendo por ejemplo lo siguiente:

Figura 15. *Ejemplo de tabla para tabulación del estado de operación de las máquinas de un tecnicentro.*

machine_id	status	activation_duration	timestamp
MAQ-001	ON	45s	2025-01-14 10:30:00
MAQ-002	OFF	0s	2025-01-14 10:40:00

De esta manera es factible enviar los datos al siguiente proceso de manera segura y ordenada evitando la mala interpretación de información y generando un record donde la data esté clasificada de forma adecuada.

2.4. Integración con Azure Machine Learning

Al utilizar otra herramienta de Microsoft Azure se garantiza la comunicación inequívoca de los datos en cuestión, el rol que desempeña Azure Machine Learning es la generación de resultados y análisis de los mismos, es decir luego de generar coeficientes indicadores del historial de trabajo y comportamiento de las máquinas y operarios, se identifican las causas y antecedentes de estos elementos, además de las acciones a tomarse para mejorar el valor de estas métricas buscando la optimización del flujo de trabajo del taller de mecánica exprés.

Para emplear Machine Learning se debe entrenar un modelo que comprenda y determine la dinámica de las métricas, para configurar este sistema se debe como rpimer punto crear un pipeline con los datos históticos almacenados en Data Lake, se prepararán los datos al limpiar valores nulos y normalizando variables según sea el caso, es decir escalar de manera apropiada en función del fenómeno sensado (temperatura o vibración) [11]. Posteriormente se sugiere un modelo ML que cuente con regresión para poder predecir el tiempo restante antes de que se ocasione una falla, con esta configuración se entrena al modelo al aplicar datos históricos para su ejercicio, generando características en el modelo como: tiempo de operación, número de activaciones/desactivaciones, temperatura, entre otros. Con estas características definidas se establecen los objetivos como probabilidad de falla o tiempo restante antes de la próxima falla. Como último paso se guarda y registra el modelo entrenado en Azure Machine Learning Registry, se lo configura como un endpoint con el fin de que este sistema adaptado pueda ser llamado desde otros servicios Azure, el esquema se ejemplifica en la siguiente imagen a continuación [15, 16].

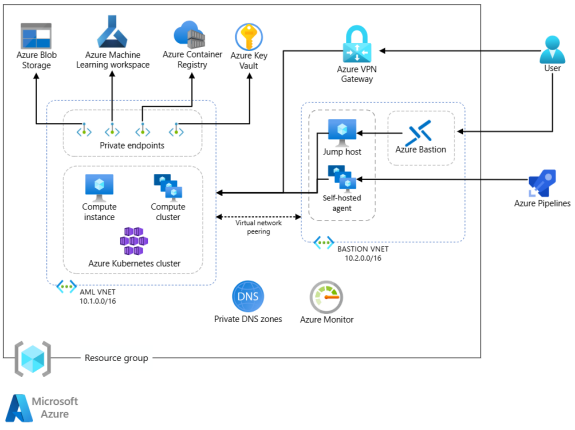


Figura 16. Ejemplo de configuración de Azure Machine Learning. [7]

2.4.1. Presentació de datos en Power BI

Power BI es un entorno gráfico de Microsoft que permite la presentación de manera consisa, clara y dinámica de resultados estaísticos, en el sistema diseñado cumple la función de ser la interfaz con la que interactúa el grupo administrativo ya que aquí se desplegará información relevante como las métricas

de trabajo de cada estación y a su vez del desempeño de cada operario, esto es configurable en función de los requerimientos de cada taller, a continuación se presentará un gráfico que ejemplifica la aplicación de esta herramienta para la exposición de datos de un negocio de ventas y marketing [17].

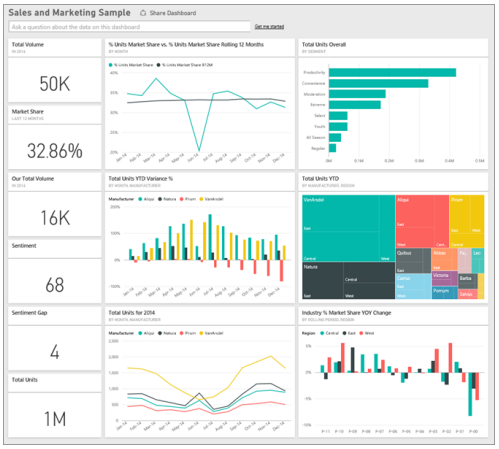


Figura 17. Ejemplo aplicación de la herramienta Power BI para análisis de Marketing y Ventas. [8]

2.5. Sistema OCR

Para la implementación de este sistema con Microsoft Azure se utilizará su extensión Computer Vision, este software permite de forma automática y deirecta capturar caracteres con alta fidelidad y enviarlos a un repositorio en la nuve los cuales posteriormente se adjntaran a la guía del proceso que se genera con la orden de trabajo para determinado servicio. Esto ayuda a registrar qué vehículo adquiere un servicio lo que con un record generado después de cierto tiempo se puede analizar la concurrencia de dicho vehículo al igual de cuál es el servicio más solicitado dando como resultado una analítica mas profunda de la rutina de trabajo de los usuarios [18].

3. Resultados y Discusión

Como resultado se obtiene un sistema donde su hardware, que consta de sensores estratégicamente seleccionados y ubicados conjuntamente con su cableado conectado a un PLC LOGO, adicional con su componente de software que es LOGO! Soft Comfort y el entorno de Microsoft Azure, proporciona un sistema mecatrónico que implementa IoT con Machine Learning de tal forma que habilita la capacidad de monitorear, comprender y analizar de manera estadística y contextual el desempeño de las diferentes estaciones de un taller de mecánica exprés, genereando de manera simultánea planes de mantenimiento predicitivo siendo este el componente de acción y resultado al aplicar este sistema, los benedifcios de una implementación de este tipo se puede evidenciar en la tabla 1 en la página 9, la mejoría en términos de energía tras integrar Machine Learning e IoT a un entorno laboral donde se presta el uso de maquinaria y recursos humanos.

Así también se obtuvo como elemento final un sistema novedoso que integra tecnologías emergentes aplicables para medios que implique el uso de maquinaria y recursos humanos que sean capaces de ser monitoriados y su trabajo ser cuantificado de manera automática con el fin de determinar las tendencias de los mismos dando la facultad de organizar, generr, programar y ejecutar planes de acción que incremente la ´productividad de este tipo de medios así también generando planes de mantenimiento predictivo lo que ayuda a alargar la vida operativa de los dispositivos involucrados.

Con esto se evidencia la mejoría significativa que se puede obtener tras aplicar el sistema mecatrónico diseñado en un taller de mecánica exprés al instrumentar las diferentes estaciones y monitorear el desempeño de las mismas generando la información necesaria para que con IA crear un plan de mantenimiento predictivo adecuado.

4. Conclusiones

El diseño efectivo de un sistema mecatrónico implementable que combina sensores de Internet de las Cosas (IoT), un PLC LOGO y herramientas de análisis de datos en la nube como Microsoft Azure ha demostrado ser útil para monitorear y analizar el desempeño de un taller mecánico experimental. El resultado es un aumento en la productividad y una disminución de los gastos operativos gracias a la optimización de los recursos humanos y materiales.

Los planes de mantenimiento predictivo personalizados pueden generarse fácilmente a través de la integración de Machine Learning y el Internet de las Cosas. Esto conduce a una reducción significativa en los tiempos de inactividad del equipo (47%), las instancias de reparaciones de emergencia (60%) y los costos energéticos asociados con las reparaciones (40%). Además, la eficiencia operativa del taller aumentó en un 8%.

La aplicabilidad y la replicabilidad en diversos entornos industriales están garantizadas por la modularidad del sistema diseñado. La sostenibilidad a largo plazo y la facilidad de mantenimiento del sistema están aseguradas mediante el uso de componentes estándar y técnicas no invasivas para el monitoreo de máquinas.

Con herramientas avanzadas como Azure Data Factory y Azure Machine Learning, se puede realizar un análisis profundo de los datos históricos, lo que optimiza el flujo de trabajo mediante la identificación de patrones y la predicción de fallas en equipos clave.

Tabla 1. Comparación del rendimiento en términos de consumo energético [1]

Métrica	**Antes de la implementación**	**Después de la implementación**	**Reducción (%)**
Tiempo promedio de inactividad del equipo (horas/mes)	15,40	8,20	47
Instancias de reparación de emergencia (por año)	25,00	10,00	60
Consumo de energía para reparaciones (MWH/año)	150,00	90,00	40
Eficiencia operativa (%)	82,50	91,20	8

Los administradores del taller puedieran visualizar métricas críticas de forma clara y dinámica mediante la implementación de Power BI como interfaz gráfica. Esto les permite tomar decisiones informadas en tiempo real, lo que refuerza la eficiencia y el control de las operaciones del taller.

Referencias

[1] J. C. Cruz and A. M. Garcia, "Machine learning for predictive maintenance to enhance energy efficiency in industrial operations," *Information Technology Engineering Journals (ITEJ)*, vol. 9, no. 1, pp. 15–22, 2024.

[2] "Plc control cabinet," Disponible en: https://es.nt-doublestar.com/plc-control-cabinet/62159451.html, consultado: 26-dic-2024.

[3] "Desmontadora de neumáticos nya-326 it," https://chilelift.cl/producto/desmontadora-de-neumaticos-nya-326-it/, consultado el 20 de diciembre de 2024.

[4] "geoliner® 660 sistema de alineación de ruedas," https://hofmann-equipment.com/la-es/geoliner-660, consultado el 18 de diciembre de 2024.

[5] "Elevador hidráulico para coches hp-50," https://maquinaria10.com/elevadores-vehiculos/rsf-elevador-hidraulico-coches-hp-50.html, consultado el 20 de diciembre de 2024.

[6] "Manual de operación de la máquina de recambio de aire acondicionado robinair," Documento técnico en formato PDF, Robinair, Tech. Rep., 2025, versión 579425 REV B ES. [Online]. Available: https://www.robinair.com/sites/default/files/documents/579425%2520REV%2520B%2520ES_0.pdf

[7] "Network security for mlops - microsoft azure architecture guide," Disponible en: https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/ai-ml/guide/network-security-mlops, consultado: 27-dic-2024.

[8] "Ejemplo de ventas y marketing en power bi: Crear informes y análisis," Disponible en: https://learn.microsoft.com/es-es/power-bi/create-reports/sample-sales-and-marketing, consultado: 25-dic-2024.

[9] "Software logo! - logo!" https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/109741041?c=135017087371&dl=es&lc=es-mx, consultado: 23-dic-2024.

[10] "Lenguaje de azure ai | microsoft azure," https://azure.microsoft.com/es-es/products/ai-services/ai-language, consultado: 27-dic-2024.

[11] "Train and deploy models with azure machine learning," Disponible en: https://learn.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/how-to-train-and-deploy-model, consultado: 23-dic-2024.

[12] "Acerca de los entornos de azure machine learning," https://learn.microsoft.com/es-es/azure/machine-learning/concept-environments, consultado: 27-dic-2024.

[13] "Introducción a los productos y tecnologías de microsoft machine learning," https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/ai-ml/guide/data-science-and-machine-learning, consultado: 27-dic-2024.

[14] "Arquitectura de la inteligencia artificial (ia) - azure architecture center," https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/ai-ml/, consultado: 27-dic-2024.

[15] "Train and deploy models with azure machine learning," https://learn.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/

how-to-train-and-deploy-model, consultado: 27-dic-2024.

[16] "¿qué es azure machine learning?" https://learn.microsoft.com/es-es/azure/machine-learning/overview-what-is-azure-machine-learning, consultado: 27-dic-2024.

[17] "Azure machine learning: Ml como servicio | microsoft azure," https://azure.microsoft.com/es-mx/products/machine-learning/, consultado: 27-dic-2024.

[18] M. Corporation, *Microsoft Azure IoT Developer Guide*. Redmond, WA: Microsoft Press, 2020.