



Estrategia de Gestión de Activos 4.0 para equipos rotativos en Mexichem Resinas Colombia

**David Puertas Molina
Orlando arroyo de la rosa**

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Cartagena, Colombia
2021

Estrategia de Gestión de Activos 4.0 para equipos rotativos en Mexichem Resinas Colombia

**David Puertas Molina
Orlando arroyo de la rosa**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Electromecánico

Director (a):

Ingeniero Juan Vicente Cajal Barros

Línea de Investigación:

Automatización y control.

Grupo de Investigación:

Rem (Research in Energy and Materials)

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Cartagena, Colombia

2021

Agradecimientos

Agradezco a Dios todo poderoso quien guía mis pasos y me brinda seguridad en contra de toda adversidad, que me acompaña, y me da la oportunidad de poder conseguir mis metas, por ser mi guía y mi sustento espiritual.

Agradezco a mis padres; que han sido mi ejemplo diario, quien me brindaron un hogar lleno de amor y valores. A mi hermano y hermanas, y demás familiares que me ayudan en mi seguir en la vida y me apoyan para continuar mis estudios y metas. A mi esposa y a mis hijos quienes ven con valor cada esfuerzo realizado durante este proceso y me brindan el apoyo y energía necesaria para seguir adelante.

Agradezco a mis estimados profesores que han sabido comunicar y entregar todo el conocimiento propio. Y a mi tutor de titulación el Ing. Juan Cajal por dirigir muchas de las asignaturas y proyecto de Investigación.

Agradezco a David puerta, compañero de proyecto por acompañarme en este proceso.

A la universidad Antonio Nariño a quien le debo las enseñanzas y disposición para otorgar las oportunidades de aprendizaje en esta etapa de mi vida.

Orlando Arroyo De La Rosa

Agradecimiento

Agradezco a Dios la oportunidad de llegar a este importante logro con esfuerzo y dedicación motivado por la necesidad de superación con el deseo de aportar al desarrollo de la industria, convencido de que la resiliencia juega un papel trascendental en los nuevos retos que nos impone las necesidades de la sociedad y la economía mundial.

Agradezco a mis padres y a mi esposa por el incondicional apoyo que recibí, a los docentes de la facultad de ingeniería electromecánica de la universidad Antonio Nariño que con su paciencia y entusiasmo aportaron al buen resultado de mi aprendizaje.

Agradezco a la empresa Mexichem resinas por el importante apoyo a través de los líderes del departamento de mantenimiento especialmente al ingeniero Harold Yesid Sánchez quien ha creído en este importante aporte para la gestión de integridad de los activos de la compañía

David Puerta Molina

Resumen

En todas las prácticas de mantenimiento y fiabilidad, incluido el control de la situación, se rigen en gran medida por el tipo de recurso que se mantiene y los patrones de fallo conexos de esos recursos. Para controlar el estado de los activos en la industria es necesario seguir pasos como observación, investigación, resolución de conflictos identificados y documentación del proceso. Este puede generar o demandar una gran cantidad de tiempo si no se cuenta con herramientas tecnológicas que puedan optimizar el tiempo con el desarrollo de tareas repetitivas, por ello, y en evidencia de la cantidad de equipos rotatorios de la empresa Mexichem Resinas de Colombia, por lo que se propuso el desarrollo del proyecto que tuvo como propósito proponer a la empresa una tecnología de gestión de activos 4.0 que satisfaga la necesidad de gestión y monitoreo en tiempo real 24/7/365 de las equipos rotativos que opera en la planta. Para ello fue necesario inicialmente identificar las características técnicas de las principales maquinas o equipos rotatorios dentro de la empresa, encontrándose bombas de agua y MVC, y compresores de amoniaco que fueron caracterizadas de acuerdo con su ficha técnica. Posteriormente se procedió a identificar las tecnologías disponibles en el mercado nacional e internacional para la gestión de estos equipos para lo cual se encontraron cinco alternativas, estas fueron evaluadas en función de cinco factores determinantes como la viabilidad económica, el servicio de mantenimiento posventa, entre otros. Finalmente se presenta la

alternativa considerada apta para la empresa y se hace una descripción más detallada de sus funciones.

Palabras Claves: Tecnología 4.0, Mantenimiento 4.0, Equipos Giratorios, Bomba de agua, Bomba de MVC, Servitización, compresor de amoníaco, IoT

Abstract

Maintenance and Reliability practices, including health control, are largely governed by the type of resource being maintained and the associated failure patterns of those resources. To control the state of assets in the industry it is necessary to follow steps such as observation, research, resolution of identified conflicts and documentation of the process. This can generate or demand a large amount of time if you do not have technological tools that can optimize time with the development of repetitive tasks, therefore, and in evidence of the amount of rotating equipment of the company Mexichem Resinas de Colombia, so it was proposed the development of the project that had the purpose of proposing to the company an asset management technology 4.0 that satisfies the need for 24/7/365 real-time management and monitoring of the rotating equipment operating in the plant. for this it was initially necessary to identify the technical characteristics of the main machines or rotating equipment within the company, finding water pumps and MVC, and ammonia compressors that were characterized according to their technical sheet. Subsequently, we proceeded to identify the technologies available in the national and international market for the management of these equipment for which five alternatives were found, these were evaluated based on five determining factors such as economic viability, after-sales maintenance service, among others. Finally, the alternative considered suitable for the company is presented and a more detailed description of its functions is made.

KEYWORDS: Technology 4.0, Maintenance 4.0, Rotating Equipment, Water Pump, MVC Pump, Servicing, Ammonia Compressor, Io

Contenido

Pág.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	4
1.2.1. Descripción del problema.....	4
1.2.2. Formulación del problema.....	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación.....	7
Marco Referencial.....	8
2.1 Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1. En el ámbito internacional	8
2.1.2. En ámbito nacional.....	11
2.2. Marco Conceptual.....	12
2.2.1. Revolución industrial.....	12
2.2.2. Industria 4.0	13
2.2.3. SISTEMAS CIBERNÉTICOS (CPS).....	14
2.2.4. Inteligencia artificial (IA).....	15
2.2.5. Aprendizaje automático (ML).....	15
2.2.6. Internet industrial de las cosas (IoT)	15
2.2.7. Internet de servicios (IoS).....	15
2.2.8. Big Data.....	16
2.2.9. La cuarta revolución industrial en Colombia	16
2.3. Marco Legislativo.....	17
3. DISEÑO METODOLÓGICO	17
3.1 Fases de la Investigación.....	18
3.1.1 Fase I	19
3.1.2 Fase II:	20
3.1.3 Fase III:	20
3.2. Validación o Fiabilidad Cualitativa	21
4. Caracterización de los Equipos Rotativos de Mexichem Resinas de Colombia 21	
4.1. Caracterización de Bombas	23
4.1.1. BOMBA GOULDS PU-13B3	23
4.1.2. Bomba Goulds PU-5B2	24

contenido

4.1.3. Bomba Durco PU-43G.....	25
4.2. Compresores.....	27
4.2.1. Compresores de dos caras.....	27
4.3. Compresor FRICK de tornillo.....	32
5. Evaluación de las Tecnologías Disponibles para la Gestión de Activos 4.0.....	34
5.1.1. Motor de innovación de softeq.....	37
5.1.2. SOFTWARE AG.....	38
5.1.3. PTC (LiveWorx).....	42
5.1.4. IBM (WATSON IOT).....	45
5.1.5. OPENBLUE IR SMART CONNECTED DE JOHNSONCONTROLS.....	46
6. Evaluación de Alternativas.....	50
6.1.1. Alternativa evaluada.....	53
7. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA ANTE LA EMPRESA MEXICHEM RESINAS COLOMBIA.....	55
8. Estrategia de Gestión 4.0.....	63
9. Conclusiones y recomendaciones.....	63
9.1. Conclusiones.....	63
9.2. Recomendaciones.....	65
Bibliografía.....	66

Lista de figuras

Figura 4.1 diagrama de criticidad en equipos en Mexichem resinas	22
Figura 4.2: Compresor de dos caras	29
Figura 4.3: Comparación Del Rendimiento Del Compresor	32
Figura 4.4 chliller con compresor frick	33
Figura 5.1 beneficios de la plataforma open blue.....	47
Figura :7.1 formato guia para presentacion de propuesta.....	57

Lista de tablas

Tabla 2.1: Características de las revoluciones industriales conocidas.....	13
Tabla 5.1 niveles de tecnología o benéficos	48
Tabla 6.1 Evaluación de las alternativas	51

Lista de anexos

ANEXO A. Diapositivas de la presentación a Mexichem resinas	59
--	-----------

CONTEXTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

En el paso de los años, se han producido distintos eventos que ha permitido tener presente como ha evolucionado el sector industrial y como afecta a la sociedad. A mediados del siglo XVIII, la invención de la máquina a vapor dio lugar a un profundo a las transformaciones sociales y tecnológicas, la cual es conocida como la Primera Revolución Industrial. Más tarde, y por el aumento de la producción que fue dado por esta revolución, empezó a buscar formas de producir de manera eficiente con mayor calidad. En aquel tiempo nació la división de las actividades, trayendo consigo avances en la industria del automovilismo.

" La producción masiva diseñada por Henry Ford también trajo consigo un cambio profundo en la sociedad, puesto que hacía productos previamente reservados a un grupo muy pequeño de gente privilegiada estuvieran al alcance de todos." ("TRABAJO FIN DE MÁSTER - University of A Coruña") e aquí por lo que recibe el nombre de la segunda revolución industrial. Luego con la aparición del internet se conoce como la 3ra revolución industrial, la cual Esta es una concepción mucho más reciente, (TICs), gracias a esto se da la mundialización y comenzar a automatizar las industrias. En ésta última revolución deja los pasos como soporte y punto de partida hacia nuevas tecnologías.

Dentro de los años 2011, surge un concepto conocido como Industria 4.0. Este hace que nazca el llamado hoy en día la Cuarta Revolución Industrial, esta revolución no es igual a las otras comenzando con que no constituye un hecho establecido, sino que supone un camino a conseguir. La Industria 4.0 nació impulsado por el gobierno de Alemania como una estrategia para desarrollo tecnológico en el sector industrial alemán ya que ésta ha sufrido un duro golpe durante los estos últimos años, y cuyo camino es posicionar a Alemania como un poder pionero en el desarrollo industrial.

Desde esta perspectiva, el presente trabajo investigativo constituye un elemento estructurado del proceso de investigación para develar los referentes teóricos y metodológicos que culminan en una estrategia de gestión de activos, basada en tecnologías 4.0 para equipos rotativos en la empresa Mexichem Resinas Colombia, con el propósito de proponer una estrategia de gestión de activos 4.0, para equipos rotativo donde se administren datos y se puedan analizar indistintamente si el equipo se encuentra en operación o si está detenido o en caso concreto sin importar la ubicación del técnico o inspector de mantenimiento.

Por otra parte, el objetivo central de este trabajo coincide el paradigma de un modelo de tecnología, donde lo primordial es mantener la integridad y eficiencia de las máquinas, a su vez contribuir a una productividad ininterrumpida.

Las actuales tecnologías contribuyen al logro de tareas más rápidas y eficaces, la supervisión en algunos casos ocurre para hacerlos en máquinas. Se han realizado muchos estudios en relación con la gestión y programación de tareas, en donde ya existen modelos que optimizan y que se podrían adaptar a cada problemática.

En el contenido se encuentran un documento dividido en cuatro capítulos: el Primero capítulo se plantean el problema y su descripción, la argumentación y los objetivos fundamentales de la investigación. El segundo capítulo presenta los referentes teóricos relacionados con el problema de investigación, los antecedentes internacionales y nacionales.

En el tercer capítulo muestra los elementos metodológicos enmarcados en la investigación cualitativa, desde un enfoque fenomenológico-interpretativo.

La norma ISO 55001 y las nuevas tecnologías aplicadas a la industria (Internet Industrial de las cosas, Big Data, Inteligencia Artificial) están impulsando nuevos modelos de gestión de los activos industriales (Bearzotti, 2018). La implementación de estos nuevos modelos de gestión está creciendo a un ritmo acelerado (Buisán & Valdés, 2017), sin embargo, es una realidad que las empresas en países como Colombia las tecnologías aplicadas van muy atrasadas comparadas con los países desarrollados.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción del problema

la planta de Mexichem Resinas Colombia quien se dedica a la producción y comercialización de resina de PVC y que en la ciudad de Cartagena cuenta con 3 plantas, que abastece más del 90% del mercado nacional y destina cerca del 60% de su producción a las exportaciones, tiene como estrategia enfocar sectores con gran potencial de crecimiento en la región, y en busca de asegurar el desarrollo sustentable del negocio opta en invertir en innovación y la mejora continua para satisfacer las expectativas de todos los grupos de interés. (orbia, s.f.) estas plantas dependen de gran variedad de equipo rotativos para su producción tales como bombas, ventiladores, compresores de amoniaco, reactores, etc.

En estos equipos son intervenidos para garantizar su buen funcionamiento y disponibilidad, a mantenimientos preventivos y predictivos, los cuales con un periodo ya establecido por criticidad se generan ordenes de trabajo de mantenimiento por un programa denominado SAP. En la planta actualmente se implementan mantenimiento predictivo uno de ellos es un sistema de monitoreo de vibraciones para equipos rotativos establecidos en rutas de recorrido por áreas y conjuntos de equipos identificados con nomenclaturas llamadas TAG este número es la identificación de cada uno de ellos, la tarea de recolección y análisis de datos requiere intervención humana. Esto minimiza la capacidad de análisis simultaneo y recolección de datos en equipos que se encuentren en algún momento fuera de servicio por causas de paradas que en ocasiones es normal en una determinada área o parte del proceso. la planta cuenta con equipos que ya poseen sensores y software con tecnologías de toma de datos en tiempo real las 24 horas del día, pero no existe un sistema de gestión 4.0 en donde se puedan extrae, enviar, analizar y acceder de forma segura a los datos del panel o dataloger, así estamos perdiendo la oportunidad de realizar un monitoreo en el tiempo por lo que el diagnóstico es

posible solo cuando el operario llega a la ubicación del equipo y si la maquina está operando en ese momento. La situación mencionada anteriormente genera riesgo de fallas en los equipos y conlleva a no predecir un posible daño o identificar la causa real de una potencial falla generada.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente observamos que en la empresa Mexichem Resinas Colombia existen la necesidad de mejoras en el área de gestión de activos basadas en tecnologías 4.0.

1.2.2. Formulación del problema

Es importante analizar los factores que puedan afectar el correcto desempeño del negocio en las industrias de tal manera que su competitividad sea sostenible y que a su vez se identifiquen oportunidades de mejora a partir del uso de redes de tecnología 4.0.

La disponibilidad operativa de los equipos beneficia la productividad y la seguridad de las plantas, se disminuyen costos por paradas no programadas. A partir de lo expuesto surge un interrogante.

¿Cuál sería la mejor Estrategia de Gestión de Activos, basada en tecnologías 4.0, aplicable para equipos rotativos en la empresa Mexichem Resinas Colombia?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una Estrategia de Gestión de Activos, basada en tecnologías 4.0 para equipos rotativos en la empresa Mexichem Resinas Colombia.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la información técnica y características de los equipos rotativos asociados a la base de datos existente para tener un punto de partida de la implementación de la tecnología que se pretende adquirir.
- Evaluar al menos cinco de las tecnologías existentes en el mercado, basadas en tecnologías 4.0, para seleccionar la más conveniente al caso específico de la empresa Mexichem Resinas Colombia
- Proponer una Estrategia de Gestión de Activos 4.0 para equipos rotativos en Mexichem Resinas Colombia, basada en la tecnología más adecuada para el caso específico de la empresa.

1.4. Justificación

A través del desarrollo de la investigación se pretende proponer una estrategia de gestión de activos, basada en tecnologías 4.0 para equipos rotativos en la empresa Mexichem Resinas Colombia, a partir de la interpretación de los procesos. En consideración a este propósito.

La investigación adquiere relevancia tecnológica, si se toma en cuenta que los cambios tecnológicos en las empresas consolidan los procesos de producción y reducción de accidentes de los operarios. Y desde el punto de vista humanístico contribuye a la formación y capacitación de las personas que operan estos equipos desde lo individual y colectivamente.

Las razones que justifican la ejecución del presente proyecto corresponden esencialmente a la conveniencia del establecimiento de una Estrategia de Gestión de Activos 4.0 para equipos rotativos reside en varias consideraciones: Primero, en el aporte que se genera tecnológicamente el establecer un sistema de extracción de información automática y de forma segura, con disponibilidad de 24 horas al día, no afectado en gran medida por errores humanos. Segundo, el hecho contar con una mayor probabilidad de predicción de fallas, reduciendo así el margen de fallas inesperadas en los equipos.

La relevancia desde este punto de vista radica en resolver los problemas y fallas inesperadas en los equipos en momentos de indisponibilidad de recurso humano para la recolección y el análisis de datos. Se pretende brindar una solución a esta condición por medio de este trabajo.

Teniendo en cuenta que los equipos rotativos son equipos críticos en esta empresa, debido a la naturaleza de sus procesos productivos.

Marco Referencial

En este capítulo se presentan los referentes teóricos más relevantes a nivel nacional e internacional sobre la industria y tecnología 4.0 y las estrategias de gestión de activos

Inicialmente se muestran las generalidades encontradas en el proceso de revisión y posteriormente se señalan como antecedentes todos los trabajos investigativos previos que en particulares sirva de apoyo a las interpretaciones que se están abordando en esta propuesta investigativa, dando a conocer sus objetivos, propósito, conclusiones y metodología desarrollada.

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. En el ámbito internacional

En primera instancia, Bravo (2019), realizó una investigación denominada economía circular y la industria 4.0 como estrategia del comercio internacional en el Ecuador. La hipótesis del estudio se refería al sector industrial de la Zona de Planeamiento 8 del Ecuador, esboza principios, objetivos, políticas y normas para lograr la responsabilidad social en materia de medio ambiente cuestiones relativas al desarrollo sostenible y las bases propicias para la industria 4.0 que puede proponer una mejora en el sector industrial. El mundo de hoy se encuentra globalizado, y la mayoría de las operaciones industriales se realizan, de una

manera artesanal o a gran escala, en donde estas prácticas han perjudicado el medio ambiente, bajo una economía lineal en donde el respeto por la naturaleza ha quedado a un lado.

Mundialmente las preocupaciones por este tema van en crecimiento y han optado por generar convenios y objetivos guiados con los de las Organización de las Naciones Unidas (ONU), para favorecer la biodiversidad y ecología. ya sea con diversas metodologías, os argumentos de los profesionales de la industria y los universitarios, y una muestra de 195 personas, de los cuales los resultados dan cuenta de la necesidad de aplicar el sistema económico y la industria circulares 4.0 en el sector industrial del Área de Planeamiento Una idea que contempla la exportación de mercancías sustentables con valor agregado a medio plazo.

Por otro lado, el objetivo general de la investigación es Analizar la utilización para Economía e Industrias Circulares 4.0 como estrategia comercial internacional para la industria de la Zona 8 de Ecuador, el aspecto metodológico deberá aplicarse mediante un planteamiento cualitativo. La investigación descriptiva se refiere a la naturaleza del tema de investigación, diseño y análisis de los datos aplicados a una materia determinada. Las estadísticas descriptivas responden a interrogantes sobre quién, quién, cuándo, dónde y cómo.

Así, sus bases teóricas se fundamentaron en la Economía Circular, Economía Lineal, Tecnología 4.0 en la Industria, Transformación Digital y cuarta Revolución Industrial.

En el año (2020), Rivera Eduardo, realizó una investigación que surge de la necesidad de estudiar el Análisis de la Industria 4.0 para la Servitización, en estas las empresas tienen que adoptar el nuevo punto de vista del cliente, la cual se basa en buscar y adquirir soluciones a sus problemas en lugar de productos mercantil. Las novedades en tecnologías es una vía que tiene como objetivo establecer una estrategia de diferenciación, y lograr nuevos modelos empresariales orientados hacia el cliente proporcionar valor añadido a lo que una compañía ofrece inicialmente.

Este camino puede ser realizado por Servitización, que tiene como objetivo agregar un servicio al producto que una compañía ofrece inicialmente. Por otra parte, como herramienta de soporte que también busca generar una nueva implementación de negocio se encuentra la Industria 4.0, que ofrece el uso de nuevas tecnologías. Por lo tanto, el objetivo de la obra es comprender la correlación entre la Servitización y la Industria 4.0. Se llevó a cabo un examen teórico y bibliométrico.

Dentro de los principales resultados se encontró que la aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 dependerá del tipo de servicio que sea el punto de intersección de mayor importancia el llamado servicio de sustitución integrado en fábrica. Por lo tanto, la investigación aporta información a la investigación futura

En esta investigación su intención general es explorar la relación entre la Industria 4.0 y la Servitización, y la metodología utilizada fue la revisión bibliográfica. Para seleccionar la información que ha de emplearse en el presente trabajo de investigación, se

examinaron las bases de datos que figuran a continuación: ScienceDirect, ResearchGate, Taylor & Francis Online, EmeraldInsight.

2.1.2. En ámbito nacional

En el año (2020), Luz Angélica Gil, en su trabajo de grado Alcance de la industria 4.0 y su impacto en la economía emergente, trabaja la idea de la industria 4.0 o su contraparte la Cuarta Revolución Industrial, consiste en la transformación digital aplicada a la industria, que busca renovar la forma de operar y producir todos los servicios relacionados con la empresa, logrando que sean capaces de auto gestionarse de forma más autónoma adaptándose al mercado.

Se trata de interconectar todas las partes de ésta, permitiendo así una automatización efectiva, dando lugar a una empresa más inteligente, tanto en su proceso productivo como en su cadena de suministro. Se toman en cuenta 4 avances para el impulso a esta transformación: Información digital, procesos automatizados, manufactura inteligente y cliente conectado.

El objetivo principal de este trabajo investigativo es lograr un acercamiento a la industria 4.0, identificar sus ventajas, beneficios y herramientas para lograr definir perspectivas a futuro, haciendo hincapié en las economías emergentes.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Revolución industrial

El concepto Industria 4.0, también llamada Cuarta Revolución Industrial, Industria Inteligente o Ciber industria del futuro equivale a una forma de ordenar los medios de producción. El principal fin que se pretende llevar a cabo es la puesta en marcha de múltiples fábricas inteligentes que sean capaz de una mayor adaptabilidad a las necesidades de los consumidores y a los procesos de producción, también como a una eficiencia en sus recursos dando lugar de esta forma a una nueva revolución industrial o Revolución industrial 4.0 (González, 2017).

Es importante resaltar que unas de las bases técnicas sobre las que se fundamenta esa orientación: Internet de las Cosas (IoT); Sistemas Ciber-físicos (CPS), Cultura Maker y Fábrica 4.0. Sin embargo, esta nueva industria va más allá de estos cuatro puntos, pues abarca mucho más que eso. La Industria 4.0, llamada Cuarta Revolución Industrial, hace énfasis en una idea predominante de digitalización y coordinación en todas las etapas de una economía. (Oliván, 2016) (Ortiz, 2016).

Esta revolución digital está enmarcada en avances tecnológicos enmarcados en áreas como inteligencia artificial, nanotecnología, robótica, impresión 3D, entre otras, esta es diferente a las tres anteriores por el potencial de conexión en la web y los avances en tecnología prominentes en ella a continuación la Tabla 1, detalla las características de los periodos históricos conocidos (Ortiz, 2016).

Tabla 2.1: Características de las revoluciones industriales conocidas.

Descripción	Fuerza motriz	Maquinaria	Industria y Aplicación	Comunicación e Interconexión	Motores de combustión	Máquinas herramientas	Potencia eléctrica	Seguridad laboral	Automatización	Robótica	Inteligencia Artificial	IoT / IIoT
1ra. Revolución Industrial	Carbón / Vapor	Mecanización	Siderúrgica / Textil	Ninguna	•	•						
2da. Revolución Industrial	Electricidad / Petróleo	Motores de explosión, dinamo. Cinematógrafo y teléfono	Industria química, adelantos en agricultura y medicina	Básica	•	•	•					
3ra. Revolución Industrial	Energía alternativa (natural y atómica)	Automatización y robotización	Modernización de industrias e investigación aplicada, aparición de la aeronáutica.	Avanzada	•	•	•	•	•	•		
4ta. Revolución Industrial	Energía limpia y renovable	Robótica e inteligencia artificial	Industria digital y nanotecnología	Interconexión total por web	•	•	•	•	•	•	•	•

Fuente: (Ortiz, 2016)

2.2.2. Industria 4.0

La Industria 4.0, también conocida como Farm 4.0 o cuarta revolución industrial se puede resumir en el concepto de crear fábricas más inteligentes. Una nueva forma de organizar la productividad con el fin de obtener una mayor eficiencia. También esta puede ser definida como la digitalización industrial como todos los servicios que esto conlleva todo gracias a la necesidad de globalización de los últimos tiempos. Es decir, la fusión del mundo virtual y real en las fábricas aplicando tecnologías nuevas. (Bonilla, Tavison, Morales, Guajardo, & Laínez, 2016) (Aldakin, 2017).

En esta nueva revolución es consecuente que se encuentren y obtengan procesos más depurados, repetitivos, sin errores ni alteraciones; optimización de niveles de calidad, mayor eficiencia y ahorro en costes; también una producción mucho más flexible y con tiempos mucho más reducidos. La competitividad a nivel empresarial más elevada y el manejo de los datos con un mayor flujo, por ende, una mayor respuesta a los requerimientos y necesidades del mercado en general (Aldakin, 2017).

En la tecnología 4.0 se da por hecho que la mayoría de la maquinaria está conectada a internet, y que cada paso de los procesos de producción está interactuando entre sí para lograr así un mayor rendimiento. Y esto lleva a la ventaja de que no es necesario realizar intervenciones en las máquinas para modificar parámetros físicos. La comunicación es la gran ventaja del mantenimiento industrial 4.0

El mantenimiento 4.0 comprende un enfoque global de las fuentes de datos, maneras de conectarse, maneras de recoger, maneras de analizar y recomendar medidas a tomar para asegurar y garantizar la asistencia digital a la función de los activos (fiabilidad) y al valor (gestión de activos).

Actualmente el mantenimiento más adecuado es el predictivo, y gracias a la arquitectura de conexión se tendrá acceso a los datos sobre el estado de su máquina en cualquier momento el cual podrá darnos información que ayudará a predecir fallas y así tomar decisiones en el mejor momento para evitar fallas o paradas inesperadas.

La particularidad y esta tecnología es que las maquinas no solo tendrán una adaptación y funcionalidad optima en la producción, sino que su rendimiento se verá reflejado en la mejora de tiempos y calidad en la producción.

Existen unos componentes clases para la industria 4.0

2.2.3. SISTEMAS CIBERNÉTICOS (CPS)

Un sistema cibernético físico es un sistema en el cual hay cooperación entre la informática y la maquinaria, en este caso la informática controla completamente la máquina, y recolecta datos del estado por medio de instrumentos y/o sensores

2.2.4. Inteligencia artificial (IA)

La inteligencia artificial es una rama amplia de la computación que se ocupa de la construcción de maquinarias las cuales pueden realizar tareas autónomas sin necesidad de la intervención humana gracias al procesamiento de grandes datos y reconociendo medios o áreas de trabajos.

2.2.5. Aprendizaje automático (ML)

Este tipo de aprendizaje es donde se le enseña a la maquina a detectar patrones para si reconocer posibles fallas y oportunidades de mejoras

2.2.6. Internet industrial de las cosas (IoT)

Este punto es donde se conecta personas, datos y máquinas. En primer lugar, se necesita una red de dispositivos industriales, al igual que los sensores y el software de mantenimiento, los que permitirán enlazar estas tres. Esto llevara a rastrear, recopilar, intercambiar, acceder y analizar muchos datos de manera mucho más rápida para tomar decisiones que conlleven a la mejora en la producción.

2.2.7. Internet de servicios (IoS)

La meteorología es un gran ejemplo del servicio que se pueden encontrar gracias a los servicios de internet, la idea de este servicio es tener la posibilidad de conectarse para que sean utilizados por otros sistemas, estos servicios deben estar configurados de tal manera que tengan la seguridad para que solo se accedan a ellos a través de claves o protección cibernética.

2.2.8. Big Data

Este se describe como el manejo de enormes cantidades de información que se pueden recopilar, almacenar y analizar para encontrar líneas de tendencias

El Big Data suele caracterizarse por la forma en que se utilizan los datos, su capacidad para determinar las causas y los efectos y sus consecuencias para la adopción de decisiones.

2.2.9. La cuarta revolución industrial en Colombia

El ingreso de la Industria 4.0 o también llamada la cuarta Revolución Industrial en Colombia, genera una oportunidad única para la optimización de los recursos naturales y materiales, ya que la mayoría de las empresas industriales utilizan la tecnología en sus procesos de producción y la internet para potenciar sus ventas.

La revolución industrial 4.0 propone el afianzamiento en un mundo digitalizado, así como mejorar las condiciones sociales, comerciales y económicas de las personas, empresas y estados, a partir desde la utilización de tecnologías habilitantes digitales y productivas como lo son el internet de las cosas, el Big Data, la inteligencia artificial, la impresión de productos en 3D (Siemens, 2018)

En el país ya se está poniendo en práctica el concepto de la industria 4.0 como es el caso de Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) el cual ha creado una plataforma digital que ayude a correlacionar la información “que combine cantidad y calidad de información para detectar carencia de servicios, priorizar acciones, tomar decisiones que beneficien a los sectores productivos y generar política pública, entre otros aspectos, es una herramienta

necesaria para promover el desarrollo integral del país” (Ministerio de Industria y Productividad., 2018)

Se espera que se utilice este concepto en otras instituciones públicas para poder medir los procesos de las diferentes competencias del estado como “indicadores actualizados de economía, educación, vivienda, salud, seguridad social, entorno productivo, demográfico y hasta resultados electorales nacionales, provinciales, cantónales y parroquiales en una sola plataforma (Ministerio de Industria y Productividad., 2018).

La industria 4.0 representa un enfoque a la innovación de nuevos productos y procesos, no obstante, en Colombia está todavía en proceso de desarrollo, con la idea de un plan del desarrollo tecnológico, por ese motivo el gobierno nacional apuesta al cambio y al principado de la economía circular en los procesos. El concepto de la aplicación de Industria 4.0 o la cuarta revolución es la interconexión de toda la cadena de valor de un producto por medio de la tecnología, de las empresas, bienes, fabricas, consistente en una digitalización de los procesos organizacionales.

2.3. Marco Legislativo

Este trabajo de investigación está enmarcado en la ISO 55000 la cual da una descripción general, los principios y la terminología utilizados en la Gestión de Activos. La norma ISO 55000 especifica los requisitos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el Sistema de Gestión de Activos.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

Este capítulo da cuenta de la posición metodológica que se asumirá para el proyecto de investigación, considerando que es para la fase de desarrollo de la investigación un argumento que permitió comprender el fenómeno desde el significado de sus actores, a través de un

conjunto de orientaciones que describen el procedimiento por medio del cual se realizará la investigación.

En particular, el presente estudio tuvo como propósito Implementar una Estrategia de Gestión de Activos, basada en Tecnologías 4.0 para equipos rotativos en la empresa Mexichem Resinas Colombia, a través de los significados de sus actores y sus orientaciones que influyen en la puesta en marcha de estos equipos en la empresa.

Por tal razón, la propuesta investigativa se orienta mediante los enfoques de la investigación cualitativa, el cual permite definir procedimientos que utiliza las diversas formas de percepción del sujeto para comprender la vida social mediante una visión integral del fenómeno estudiado, como también su carácter reflexivo y la capacidad de coordinar nuestras acciones. Además, “favorece las formas de relación entre sujetos y objeto de estudio, privilegiando la complejidad del comportamiento humano en los contextos de interacción cotidiana, con la intencionalidad de comprenderlo y estudiarlo en su riqueza y amplitud” (Morales & Bojacá, 2002, p. 120).

Así, la Metodología Cualitativa, al tener como estrategia el conocer los hechos, los procesos, las estructuras y las personas en su totalidad y no a través de la medición de algunos de sus elementos, abarca una mayor comprensión de la complejidad humana y no se limita a los hechos observables sino a sus significados y sus particularidades culturales.

3.1 Fases de la Investigación

La metodología aplicada para la revisión bibliográfica puede ser implementada en este tema de investigación para determinar la importancia de este y así asegurar la originalidad de una investigación. También, permite que cualquier investigador consulten las fuentes bibliográficas

citadas, y así pueda entender y quizá continuar el trabajo realizado. La metodología propuesta se compone de tres fases:

Definición del problema: Tiene que estar lo suficientemente claro para llevar a cabo un registro literario que satisfaga las necesidades de cada investigador, y que también contribuye al estado del arte, de modo que conduce a un escenario bastante amplio y permite comentarios de investigación

Búsqueda de la información: Debe tenerse en cuenta el proceso de búsqueda bibliográfica con material informativo como libros, revistas para diseminación o investigación científica, Páginas web u otra información necesaria para iniciar la búsqueda, en esta fase se buscan las referencias teóricas en función de la industria 4.0 donde permite acercarse a los gestores y la industria 4.0 que encajan con los equipos existentes en la compañía, especialmente en esta labor investigadora se trabajan dos fases.

3.1.1 Fase I

Análisis de la información: esta tarea es una de las que mayor tiempo tenemos y debemos dedicarle en la investigación bibliográfica, puesto que en ella se espera identificar el aporte a realizar. en este paso de la investigación se debe utilizar un pensamiento crítico y debe ser realizada acorde con la primera, dado que es un proceso constante. Es un ciclo donde se reafirman las ideas planteadas en la formulación del problema y si se conoce bien el problema, la solución estará al alcance, en la implementación de esta tecnología permite que la empresa se acoja a esta tecnología de manera apropiada y pertinente para mejorar el clima laboral y el rendimiento de sus equipos y su personal se encuentre bajo un excelente clima laboral y primordialmente la eficacia y eficiencias de los equipos.

Por otra parte, en esta fase se realizó un arqueo bibliográfico de las tecnologías 4.0 que se aplicaran al campo de la industria, de esto resulto la selección de 5 de ellas las más acorde con el desarrollo del trabajo investigativo, para posteriormente realizar su caracterización.

3.1.2 Fase II:

Caracterización de los equipos: Se caracterizan los equipos rotativos asociados a la base de datos existente para tener un punto de partida de la implementación de la tecnología que se pretende adquirir. Y luego escoger 5 de las más representativas y que se ajusten a los equipos de la empresa.

Así, dada la información de cada tecnología, se caracterizaron con el propósito de identificar cuál de ellas se ajustaban a las condiciones de la empresa, dando como resultado la escogencia de la plataforma IoT, que por su composición y aplicación es la más adecuada en cuanto a rendimiento y factibilidad económica.

3.1.3 Fase III:

Socializar: socializar con los usuarios y partes interesadas la estrategia de Gestión de Activos 4.0 para equipos rotativos en Mexichem Resinas Colombia, basada en la tecnología más adecuada para el mejorar el rendimiento de los equipos y facilitar la tarea de los usuarios. Escogida la tecnología se inicia la gestión de adquisición para su futura aplicación la cual está contemplada en un programa interno de la compañía de ideas innovadoras propuestas.

3.2. Validación o Fiabilidad Cualitativa

La validación deberá efectuarse por triangulación que consiste en acuerdo con Leal (2009), "...en la determinación de ciertas interacciones o casualidades a partir de diferentes apreciaciones y fuentes informativas o varios puntos de vista del mismo fenómeno" (p135). ("Investigación retrospectiva para dar respuesta al origen de una ...")

Lo anterior significa establecer relaciones entre los distintos tipos de datos a obtener durante la recolección de la información a fin de detectar posibles errores en el proceso. Con ello el investigador buscará confirmar sus interpretaciones o conclusiones con la finalidad de darle carácter de validez a su análisis.

Esta validación se da luego de la realizar la triangulación de lo teórico con las observaciones de notas de campo y la interpretación del investigador.

4. Caracterización de los Equipos Rotativos de Mexichem Resinas de Colombia

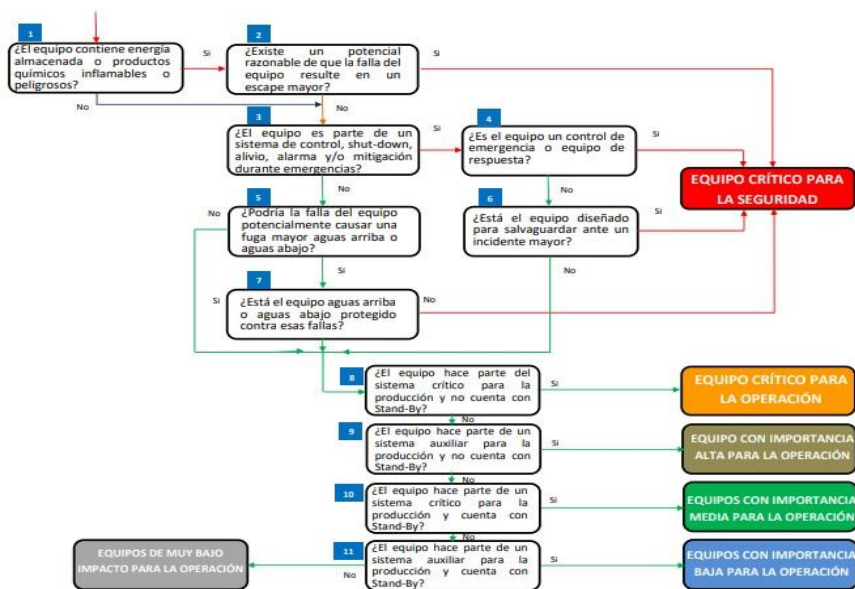
En este apartado se presenta una caracterización de los equipos rotativos que se encuentran en la empresa Mexichem Resinas de Colombia, la empresa en mención se encarga de la producción y comercialización de resina de PVC, estructurada en tres plantas con capacidad de 400.000 toneladas métricas anuales, en las plantas se

integran un sin número de máquinas y equipos industriales que operando de manera armónica garantizan la producción de las resinas.

Ahora bien, el objeto de estudio de este proyecto investigativo es proponer un sistema de gestión 4.0 en los equipos rotativos que permitan mayor eficiencia y eficacia, en los Compresores y Bombas.

En Mexichem resinas Colombia, los equipos se encuentran categorizados por una calificación de criticidad, según una calificación dada de acuerdo con las condiciones mostradas en la figura #4.1

Figura 4.1 diagrama de criticidad en equipos en Mexichem resinas



A continuación, se caracterizan cada algunos de ellos con el propósito de escoger cuál es más viable para un programa piloto del sistema de gestión de activo 4.0

4.1. Caracterización de Bombas

Como críticas para la seguridad, medio ambiente y productividad tenemos los ejemplos de algunas bombas, sus características y descripción básica de su función dentro del proceso de fabricación de resinas de PVC en la planta Mexichem Resinas Colombia.

4.1.1. BOMBA GOULDS PU-13B3

Esta bomba es usada para hacer barrido con agua desmineralizada en tuberías del proceso con el fin de hacer limpieza interna.

Es importante que opere en el tiempo y condiciones óptimas ya que opera de manera sincronizada con el proceso si ocurre alguna falla se afecta la productividad, su acoplamiento es directo de ejes en línea, con un acople flexible de laminillas tipo disco, a continuación, se relacionan sus características.

Modelo	3700MX
Tamaño	2 x 3 X 13
Flujo nominal	56.8 m3 /hora
Cabeza de elevación	195.9 metros
RPM	3560
Rodamiento interno	6313 C3
Rodamiento externo	7312BEGAM
Máxima presión de trabajo	75.93 KG/CM2 a 20°C
Máxima temp de trabajo	50.6 C°

Tamaño del impulsor	13"
---------------------	-----

Motor Siemens

Potencia	100 HP
Voltaje	460
Amperaje	108
Frame	405-TS
RPM	3570
Rodamiento interno	6316
Rodamiento externo	6316

4.1.2. Bomba Goulds PU-5B2

Este equipo se utiliza para bombear cloruro de polivinilo (MVC) líquido, la cual es la materia prima principal en el proceso químico de la elaboración de la resina de PVC, es crítico para la seguridad ya que es una sustancia de alto peligro debido a que afecta la salud si se escapa al medio ambiente, debe operar de manera segura e ininterrumpidamente, es esta la razón principal para que sea monitoreado su comportamiento vibracional, si se produce una falla imprevista también puede afectar la producción, es de acople directo entre motor y bomba, el tipo de acople es flexible de discos de laminillas.

Modelo	3700MA
Tamaño	2 X 6 X 13

Flujo nominal	180 m3 /hora
Cabeza de elevación	160 metros
RPM	3570
Rodamiento interno	6211 C3
Rodamiento externo	7311BEGAM
Máxima presión de trabajo	76 KG/CM2
Máxima temp de trabajo	51 C°
Tamaño del impulsor	13"
Potencia	150 HP
Voltaje	460
Amperaje	164
Frame	445-TS
RPM	3570
Rodamiento interno	6313
Rodamiento externo	6313

Motor Baldor Reliance

4.1.3. Bomba Durco PU-43G

Es utilizada para trasegar la resina de PVC en suspensión acuosa desde tanques de residencia provisional donde es despojado de los gases de MVC hacia el sistema de secado para que posteriormente esa composición que es llamada "lechada" sea

separada del agua y secada, esta parte del proceso es crítica para la continuidad hacia la fase final del proceso.

Modelo	8196
Tamaño	3 x 2 X 13
Flujo nominal	70 m3 /hora
Cabeza de elevación	30 metros
RPM	1750
Rodamiento interno	6310 C3
Rodamiento externo	5310
Máxima presión de trabajo	140 PSI
Máxima temp de trabajo	60 C°
Tamaño del impulsor	206mm

Motor Baldor Reliance

Potencia	40 HP
Voltaje	460
Amperaje	46
Frame	324-T
RPM	1770
Rodamiento interno	6312
Rodamiento externo	6312

Estas bombas según la calificación de criticidad, donde el resultado es alta, están programadas para recolectar datos de vibración y temperatura cada 20 días hábiles, arrojando automáticamente una OT a los inspectores encargados

4.2. Compresores

4.2.1. Compresores de dos caras

Dentro de la empresa se encuentran compresores de dos caras con las siguientes referencias: TS-20, TS-32 y TS-32S. 1. Separación aire-fluido de varias etapas

Los elementos separadores Optimizer™ dobles anidados reducen el arrastre de fluido hasta un máximo de 1 ppm

- El arrastre reducido reduce los costos del fluido de reposición
- Los elementos optimizadores plegados reducen la caída de presión inicial

mayor eficiencia y prolonga la vida útil del elemento

- Fácil de cambiar con dispositivo de elevación de tapa incorporado

2. Filtro de fluido de fibra de vidrio

- Los medios de calidad aeronáutica proporcionan una mejor filtración
- Hasta un 20% más eficiente que los elementos de papel convencionales -

Prolonga la vida útil del compresor

3. Filtro de entrada de aire Optimarais® Heavy-Duty

- Incluye conexión de entrada de aire remota

- Proporciona la mejor filtración de entrada de la industria (99,95% + en total eficiencia / 0,4 micrones)
- Mantiene el líquido limpio y prolonga la vida útil de otros componentes internos
- Reduce la caída de presión a lo largo de la vida útil, resultando en ahorros de energía

4. Compresor de aire de dos etapas

- Entrega más aire
- Reduce el consumo de energía
- Prolonga la vida útil del cojinete de la unidad de aire

5. Facilidad de servicio mejorada para Enfriadores de aceite y post-enfriadores refrigerados por aire

- Los paneles fáciles de quitar proporcionan acceso para limpiar refrigeradores

6. Motor acoplado al extremo de aire a través acoplamiento flexible no lubricado

- Permite el uso de motor de estructura Nema estándar
- Simplifica la instalación y la puesta en marcha

7. Sistema de control de capacidad variable con tecnología de válvula en espiral

- Reduce los costos operativos de carga parcial
- Reduce el ciclo de trabajo en el paquete
- Mantiene una presión constante en la planta
- Control simple

- Reduce la carga del rodamiento

Figura 4.2: Compresor de dos caras



Fuente: Disponible en <https://america.sullair.com/>

Controlador Sullair Supervisor™

- El controlador de microprocesador compatible con Ilustración gráfica simple de funciones monitoreadas y un teclado de fácil lectura
- Lectura constante de presión y temperatura
- Lectura bajo demanda de todas las condiciones de mantenimiento
- Supervisa las funciones clave y las paradas de seguridad
- Reinicio automático por falla de energía
- Control dual, proporciona una operación automática de arranque y parada
- Lead-lag y secuenciación con múltiples compresores
- Programa de servicio y mantenimiento preventivo
- Las horas se registran para "Run", "Loaded" y "Piezas consumibles"
- Historial de fallas con lecturas de sensores

- La tecla "Ayuda" proporciona solución de problemas integrada fácil mantenimiento
- Acceso a todos los componentes críticos incluso con un recinto de sonido instalado diseño de extremo a extremo probado en el tiempo
 - Reduce la caída de presión por etapas
 - Facilidad de servicio **Nema 4**
 - Arrancador Wye-Delta para un arranque más suave Depósitos de fluido para cojinetes
 - Asegúrese de que haya líquido disponible en el arranque
 - Extiende la vida útil del extremo de aire

Seleccione un fluido de larga duración

Relleno de fábrica genuino de Sullube®

- Un fluido sintético de vida extendida de 10,000 horas impulsado por tecnología Dow, Sullube se ha utilizado en más de 50,000 compresores en todo el mundo

PristineFG™ opcional

- Categoría alimentaria diseñada expresamente para compresores destinados a aplicaciones alimentarias, bebidas y farmacéuticas y cumple con los requisitos H1 de la FDA y USDA (“Piezas originales para compresores de aire de Sullair | Sullair”)

Garantía de diamante de 10 años de Sullair

La garantía de diamante de 10 años de Sullair brinda protección integral para los compresores de aire de tornillo rotativo lubricados de Sullair. Este programa se caracteriza por abarcar todos los componentes importantes de los nuevos compresores de aire. (con presiones de

descarga de hasta 150 psi): (“Serie LS. Compresores de Aire de Tornillo Lubricado hp kW. 100/110/125 ...”)

- 10 años en el extremo del aire
- 5 años en el motor principal, motor del ventilador, post-enfriador, enfriador de aceite, recipiente separador, variador de velocidad (si está equipado).

El mantenimiento de la garantía de diamante de 10 años de Sullair requiere el uso de piezas genuinas de Sullair, Sullube® y la participación en el programa de muestreo de aceite. Se aplican restricciones.

Ahorro en carga parcial con válvula espiral Sullair

Hecho: cuando un compresor de aire funciona continuamente durante un año, el costo de la energía eléctrica es a menudo dos o tres veces mayor que el precio inicial del compresor.

La capacidad y la eficiencia de carga parcial pueden producir Ahorro de energía hasta el 17%.

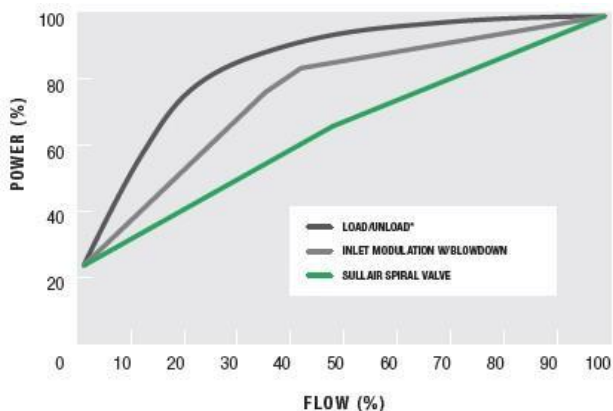
- Ahorro de energía incorporado
- 13% más eficiente en funcionamiento a plena carga en comparación con una etapa compresores de tornillo
- Ahorro del 30% al 60% de carga en comparación con los compresores de tornillo de una etapa

Cómo funciona:

El volumen de compresión varía para adaptarse a la demanda de aire progresivamente abrir o cerrar los puertos de derivación internos en la unidad de aire. La capacidad se

adapta a la demanda del sistema, lo que reduce el tiempo de ciclo y extender la vida útil de los componentes.

Figura 4.3: Comparación Del Rendimiento Del Compresor



Fuente: Disponible en <https://america.sullair.com/>

4.3. Compresor FRICK de tornillo

El compresor de tornillo rotativo FRICK® RXF se caracteriza por su avanzada tecnología y su inherente fiabilidad en su simplicidad cuenta con menos piezas móviles y un simple movimiento giratorio significan menos mantenimiento, menos ruido y niveles de vibración, y por supuesto, menos costes totales de reparación,

Este compresor es utilizado en planta para realizar los ciclos de refrigeración con amoníaco, el cual es utilizado para refrigerar el agua destinada a refrigerar partes del proceso y para bajar las temperaturas en las camisas de los reactores.

Características:

- Cojinetes antifricción
- Control de relación de volumen infinito

- Válvula de arranque en frío
- Reducción de capacidad infinita
- Powermizer para un control vi ideal con el uso de economizador
- Montaje de motor con brida
- Gestión y limpieza de aceite superiores y eficiente
- Diseño de motor eficiente, silencioso y confiable
- Panel de control Quantum
- Paquete optimizado para máxima seguridad, longevidad y confiabilidad
- Paquete de montaje de arrancadores y variadores de velocidad
- Corte de alta presión EZ-CAL.

Figura 4.4 chiller con compresor frick



Fuente: www.johnsoncontrols.com

La serie de compresores rotativos de tornillo doble FRICK HPS está diseñada para operar a presiones más altas (1100 psi - 273 mm, 725 psi - 157 mm), lo que los hace perfectos para aplicaciones especiales, incluida la refrigeración con CO2 y las bombas de calor con amoníaco.

Este compresor cuenta con una Unidad Quantum™ HD Controlador de compresor, es un controlador muy fácil de usar, uno de los más poderoso disponible en la actualidad. Puede

acceder a cualquier valor de control, calibración o configuración mediante el control táctil en pantalla. Cuenta con una pantalla grande de alta definición, la navegación y la lectura de los valores operativos y la configuración de control son fáciles.

5. Evaluación de las Tecnologías Disponibles para la Gestión de Activos 4.0

En esta segunda parte se busca presentar alternativas de tecnologías para la gestión de activos 4.0, teniendo en cuenta las necesidades de la empresa, inicialmente se hace una contextualización de la historia de esta.

La tecnología 4.0 surge de la cuarta revolución industrial y esta es entendida como la fase de digitalización del sector manufacturero que se puede realizar gracias a la tecnología denominada tecnología 4.0. Este proceso está impulsado por un sorprendente aumento del volumen de datos, la potencia de los sistemas computacionales y la conectividad. Estos cambios permitirán que los distintos sectores se adapten, evolucionen y creen sinergias con las que se fortalezcan y sean más competitivos.

Muchas de las tecnologías que posibilitan la fábrica 4.0 existe desde hace años. A pesar de ello, su evolución ha sido necesaria y aumento de la capacidad informática para llevarlos a través de la fase de experimentación y se puede utilizar exitosamente en ambientes industriales.

Por lo tanto, los equipos industriales funcionan de manera simbiótica entre sí.

Sin embargo, el trabajo que valla en beneficio junto a la naturaleza cooperativa de las tecnologías significa que el desarrollo y la mejora de cada tecnología genera una innovación de las otras tecnologías.

Por otro lado, el automatismo, sobre todo en las cadenas de montaje industriales, Existen varios elementos o actores que siempre tiene que estar presente:

- Sensores de presencia:

Este tipo de sensor se encarga de localizar en cualquier momento a partir de la ubicación exacta de los productos otros elementos que componen la línea de ensamblado.

- Enconder:

Este sistema determina la rapidez con la que el producto pasa a través de la cadena de producción trabajo llevado a cabo a través de pulsos que analizan tanto el tiempo como la posición del producto.

- Sistemas de visión:

Tiene que ver con los ojos de la línea de montaje. Los sistemas de visión son los responsables de captar las imágenes del producto que será procesado y enviado a las computadoras responsables de monitorear las acciones de los actuadores.

- PLC's o autómatas programables:

Estos sistemas que regulan todos los procesos industriales secuenciales. Este dispositivo actúa como el cerebro de la línea de ensamblaje. Está detectando las

señales de cada uno de los sensores, analiza la información disponible y proporciona una respuesta de acuerdo con las necesidades específicas de cada caso.

- Actuadores:

Estas son todas las máquinas que tienen a su cargo para cumplir las órdenes de los PLC's o sistema automático de visión artificial que se relaciona físicamente con él y de una manera más concreta.

en este proyecto nos enfocaremos en las tecnologías IoT avanzadas en el tema de gestión de activos basadas en tecnologías 4.0, la cual este acorde con la intención de poder gestionar información relacionada con los equipos a medir 24/7 o cada vez que lo requiera, debe ser una arquitectura tecnológica que conste con conectividad avanzada el cual pueda extraer datos desde los paneles o sensores, enviarlos, analizarlos automáticamente, y se pueda acceder en su totalidad de forma segura.

Para elegir esta tecnología se debe tener en cuenta las siguientes preguntas:

¿Qué tenemos que medir?

¿Cómo lo vamos a medir?

¿Qué significan los datos?

¿Necesito tomar acciones?

¿Cómo reporto la información?

Al escoger la empresa para una plataforma de tecnología IoT, se debe tener en cuenta estrategias que proporcione en la recuperación de datos ante cualquier inconveniente (respaldo, SLA, KPI) y las aplicaciones que beneficien en la mejora continua de la empresa.

Teniendo en cuenta estos factores se presentan las tecnologías identificadas para la evaluación:

5.1.1. Motor de innovación de softeq

La tecnología que ofrece softeq, promete ayudar a mejorar la eficiencia en toda la planta, y llevar al negocio a un siguiente nivel con la ayuda de IoT agregando capacidades inteligentes a equipos análogos, automatizando los procesos de fabricación que por ende aumentan los niveles de producción.

Diseñan, implementan y evalúan el firmware de los sistemas integrados en tiempo real para productos de almacenamiento de datos. Aprovechan la experiencia adquirida durante años de trabajo ya realizados.

El equipo de desarrolladores y técnicos de control de calidad practican con múltiples protocolos de almacenamiento y procesamientos de datos como PCIe/NVMe, SATA, eMMC y SCSI, también desarrollan herramientas personalizadas y bancos de prueba.

Construyen soluciones digitales que garantizan un entorno de trabajo más seguro y saludable, cumpliendo con el más estricto de las regulaciones industriales, monitorea las condiciones de trabajo para el cumplimiento de los mejores estándares.

Cuentan con los siguientes servicios

- Sensores, dispositivos conectados e IoT

- Inspecciones automatizadas de UAV
- Geofencing y sistemas de posicionamiento GPS
- Aplicaciones de notificación de peligros
- Aplicaciones de alarma automatizadas

Fabrican sistemas para el seguimiento del desgaste de los equipos en tiempo real los que pueden predecir el rendimiento máximo, la falla y los reemplazos de piezas cuentan con sistema de visualización de datos procesados para tomar decisiones en tiempo.

- Sistemas de recopilación y almacenamiento de datos
- Soluciones de monitoreo remoto
- Análisis basado en Machine Learning
- Visualización de datos a través de cuadros de mando e informes
- Aplicaciones de visualización AR/VR

5.1.2. SOFTWARE AG

Esta empresa nos ofrece a través de su plataforma Cumulocity IoT el cual simplifica las cosas con herramientas de autoservicio y un enfoque basado en la configuración. Cumulocity IoT es una plataforma IoT de autoservicio líder, mejor calificada por analistas independientes, con un ROI rápido.

“El enfoque completamente abierto de Cumulocity IoT para IoT y las poderosas capacidades de integración lo liberan de estar atado a soluciones específicas. Un enfoque de autoservicio verdaderamente rápido en una plataforma resistente en la que puede confiar, con la capacidad de crear su propia solución de IoT de marca y generar valor comercial en semanas en lugar de

meses. Conecte y administre sus dispositivos, desarrolle rápidamente aplicaciones de IoT, analice y aproveche los datos de IoT en toda su empresa y ejecute su IoT en el perímetro, en la nube y/o en las instalaciones” (SOFTWARE AG)

Conexión de cosas

Nos garantiza un crecimiento en el negocio en internet de las cosas, ofreciendo solucionar la conexión de cualquier cosa hoy y mañana

Esto significa que con cualquier hardware y herramienta que se adapten al negocio con capas de funcionar con esta plataforma.

- Tendrá conectividad lista para usar con cientos de tipos de dispositivos y protocolos. Conecte "cosas" no estándar utilizando un marco de desarrollo sencillo.
- Sus soluciones de IoT se configurarán automáticamente. Conecte cualquier dispositivo y la plataforma acomodará automáticamente sus capacidades y la estructura de sus datos. ¡Es fácil!
- Si su dispositivo no admite un protocolo estándar, use nuestros SDK para integrar cualquier dispositivo con la plataforma Cumulocity IoT. Sus desarrolladores pueden integrarse de forma nativa utilizando API documentadas públicamente.

Administración de cosas

Esta plataforma administra dispositivos con Cumulocity IoT, puede administrar todo el ciclo de vida de todos los dispositivos y sensores, desde la planificación y la incorporación, hasta el monitoreo y el mantenimiento, hasta el retiro.

- Simplifica y acelera la incorporación. Registre dispositivos de forma masiva y acceda a información clave de dispositivos y sensores en un solo lugar.
- Crea paneles que reúnan datos, para que tener una vista única del estado de todos los dispositivos y el rendimiento de su proyecto.

- Actualice cualquier cantidad de dispositivos de manera eficiente, controlada y por fases. Configúrelos de forma remota y actualice el software/firmware.

Análisis de datos de IoT

Con la capacitación del personal, ya sea gerentes, técnicos u operadores, para tener la capacidad de convertir los datos IoT en información práctica mediante la plataforma de análisis de IoT de autoservicio. Tendrán la capacidad integrada de transmisión en tiempo real y análisis predictivo.

- Identifique patrones, filtre y agregue datos, actuando en el momento que importa con más análisis, alerta y notificaciones, incluso localmente con análisis de transmisión
- Aprenda del pasado y descubra tendencias combinando análisis históricos con análisis de IoT en tiempo real para tomar decisiones más inteligentes
- Cree, entrene y ejecute modelos de aprendizaje automático para el mantenimiento predictivo, la detección de anomalías y la previsión de la demanda.
- Responda al instante utilizando el motor de análisis de transmisión de vanguardia de la industria y el modelado predictivo para detectar anomalías y eliminar problemas en la línea de producción
- Puede obtener información fácilmente a través de una consola de interfaz de usuario amigable que está diseñada para gerentes operativos, no solo para tecnólogos
 - Puede aumentar la eficiencia con gemelos digitales, representaciones digitales de dispositivos, procesos y más. Puede integrar fácilmente los datos del sensor con cualquier sistema.

INTEGRAR APLICACIONES PRINCIPALES

Esta plataforma puede integrar fácilmente sus soluciones de IoT con sus aplicaciones empresariales, ya sea desde la nube o en instalaciones físicas.

- Integre fácilmente los datos del dispositivo con aplicaciones, servicios en la nube y sistemas. Cree soluciones innovadoras que combinen sus activos físicos y digitales

- Enriquezca los datos de dispositivos IoT en tiempo real con datos contextuales de otros sistemas para tomar decisiones más inteligentes y más rápido. Utilice los datos para crear paneles completos
- Inicie acciones y flujos de trabajo automatizados basados en eventos de IoT, por ejemplo, para pedir piezas de repuesto o enviar técnicos a los sitios de los clientes.

CONSTRUYE SOLUCIONES

Con esta aplicación puede crear e implementar lógica y aplicaciones diferenciadoras sobre Cumulocity IoT de software AG, esta plataforma es ideal para el desarrollo de aplicaciones IoT

- En lugar de reinventar la rueda, use esta plataforma de habilitación de aplicaciones para sus innovaciones de IoT y ahorre mucho tiempo a los desarrolladores
- Agregue su lógica e interfaces, y comparta y venda nuevas funciones, servicios y aplicaciones en su arquitectura multiusuario.
- Comience a desarrollar sus aplicaciones en la nube e impleméntelas en el borde cuando evolucionen sus soluciones de IoT.

¿POR QUÉ NECESITA ESTA PLATAFORMA IOT EDGE PARA SUS ACTIVOS INDUSTRIALES?

Cuando los sensores y dispositivos se encuentran en lugares con conectividad ilimitada acumula demasiados datos para enviar a la nube, creando tiempos de respuestas demasiados tardados o la pérdida de la oportunidad de análisis en tiempo real,

Esto es lo que puede hacer con una plataforma informática perimetral y Cumulocity IoT

- Con el análisis perimetral de IoT, procese los datos cerca de la fuente para obtener resultados más rápidos que desencadenen una respuesta inmediata
- Utilice la informática perimetral de IoT cuando haya una conectividad de red limitada y necesite procesar datos de muchos dispositivos.

- No todos los datos deben ir a la nube. El procesamiento de datos localmente puede reducir los costos de ancho de banda al tiempo que aumenta la seguridad de IoT.

5.1.3. PTC (LiveWorx)

ThingWorx, que se han creado para soluciones de extremo a extremo con un conjunto completo de características esenciales ThingWorx es una plataforma de software IoT ultra versátil utilizada para aplicaciones empresariales en todas las variedades de industrias. Piense en ThingWorx como la base sobre la que construir una poderosa herramienta que se adapte perfectamente a las necesidades de su empresa.” (developer.thingworx.com).

El entorno de desarrollo de IoT de código bajo de ThingWorx le brinda la flexibilidad para conectarse, crear e implementar rápidamente aplicaciones de IoT industriales integrales. Con extensiones y widgets preconstruidos, así como un gran ecosistema de socios, ThingWorx aborda los desafíos fundamentales de desarrollo de IoT, liberándolo para crear soluciones que se adapten a las necesidades comerciales en constante cambio

El desarrollo de IoT tiene que ver con la transformación de datos. Si sus datos están en movimiento, se transmiten desde sensores o están en reposo, en un almacén de datos empresariales, ThingWorx clasifica fácilmente esos datos en información que luego se almacena internamente mediante un modelo de cosa. Las herramientas de análisis integradas le permiten desbloquear rápidamente conocimientos procesables de su información para que se muestren en paneles o se actúe en tiempo real utilizando el análisis de aprendizaje automático integrado de ThingWorx.

Capacidades de la plataforma

ThingWorx le permite administrar el ciclo vital de desarrollo de las aplicaciones de IoT en un lugar centralizado. Al aprovechar el poder de la plataforma, puede conectar rápidamente dispositivos, analizar datos, crear e implementar soluciones.

SEGURIDAD

La plataforma administra la comunicación entre sistemas, personas y cosas, y maneja el análisis de datos, la persistencia de datos y la lógica comercial para que pueda concentrarse en desarrollar su aplicación.

Experiencia

Cree y diseñe experiencias atractivas para sus clientes:

- Móvil
- Web
- Realidad aumentada

Aproveche nuestro sólido conjunto de widgets preconstruidos y el IDE de GUI de arrastrar y soltar para crear aplicaciones dinámicas.

Construir

Cree su aplicación IoT con nuestro entorno de desarrollo de GUI simple de arrastrar y soltar.

- Diseñe el modelo de datos para su solución
- Defina el comportamiento funcional de su aplicación
- Integre la lógica empresarial en su aplicación

- Amplíe su aplicación con complementos de terceros

Con un marco construido correctamente, su aplicación será escalable, flexible y más segura.

Analizar

Convierta las lecturas de datos de sus dispositivos en información fácil de entender.

- Descriptivo: visualizaciones, cuadros, gráficos
- Diagnóstico: ¿Qué pasó?
- Explicativo: ¿Por qué está sucediendo?
- Predictivo: predecir resultados futuros
- Prescriptivo: Cómo mejorar el proceso

Automatice, en lugar de codificar manualmente y mantener modelos predictivos.

Conectar

Conecte dispositivos a nuestra robusta plataforma ThingWorx y escale rápidamente la implementación de su aplicación.

Ofrecemos flexibilidad dependiendo de su metodología preferida, incluyendo:

- API REST
- Protocolo personalizado AlwaysOn
- Estándares que cumplen con la industria
- Integraciones preconstruidas a nubes IoT y sistemas de terceros

Administrar

Administre sus sistemas, aplicaciones y dispositivos conectados en nuestra plataforma.

- Gestión de dispositivos
- Acceso remoto
- Gestión de software
- Ingesta de alta escala (HSI)
- Solucionar problemas de depuración

5.1.4. IBM (WATSON IOT)

El Internet de las cosas (IoT) es los mil millones de dispositivos físicos alrededor del mundo que ahora están conectados a Internet, todos recolectando y compartiendo información.

("Soluciones IoT | IBM")

" Mediante la combinación de los datos de IoT con las tecnologías de IBM Cloud, las empresas pueden extraer información valiosa para mejorar virtualmente cada aspecto de sus operaciones y permitir nuevos modelos de negocio innovadores."

Visión general

prolongar los ciclos de vida del activo y reducir el tiempo de inactividad y los costes operativos

Funcionalidades

transformar la manera en que administra sus activos

IBM Máximo Manage, parte de IBM Máximo® Application Suite, es una herramienta integral de gestión de recursos líder en el mercado. Uso de analíticas y datos avanzados de IoT, está diseñado para mejorar la disposición operativa y reducir el riesgo. Basado en una herencia extraordinaria de 30 años, Máximo ofrece soluciones y ampliaciones de mejores prácticas en los negocios para abordar las necesidades únicas de una empresa. Ahora, los líderes de la industria tienen una sola solución para gestionar activos, programas, recursos, procesos e

inventarios y gastos. Porque ofrece una visibilidad y un control incomparables en toda la compañía, Máximo Manage es la solución correcta para la optimización del rendimiento, prolongar los ciclos de vida del activo y reducir el tiempo de inactividad y los costes operativos.

Entre las ventajas principales podemos destacar las siguientes:

- Puede Optimizar y automatizar la gestión y el mantenimiento de activos para mejorar el rendimiento operacional.
- Puede Utilizar modelos de datos y flujos de trabajo industriales basados en las mejores prácticas para acelerar su transformación de la industria.
- Puede Personalizar espacios de trabajo, planes de trabajo y complementos para guiar a los equipos a las tareas y datos importantes.
- Puede Mejorar la rentabilidad de los activos a través de un análisis financiero y de rendimiento.
- enfoques preventivos y prescriptivos de su trayectoria hacia el mantenimiento predictivo.

5.1.5. OPENBLUE IR SMART CONNECTED DE JOHNSONCONTROLS

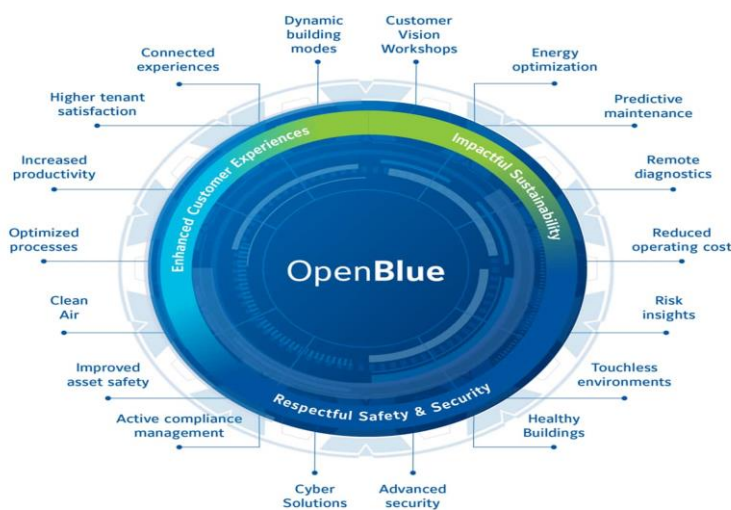
OpenBlue es un conjunto completo de soluciones conectadas que brinda sustentabilidad impactante, nuevas experiencias saludables para los ocupantes y seguridad respetuosa que combina nuestros 135 años de experiencia en construcción con tecnología de punta.

También cuenta con un conjunto de soluciones de servicio personalizadas impulsadas por IA, como diagnósticos remotos, mantenimiento predictivo, monitoreo de cumplimiento, evaluaciones de riesgos avanzadas y más.

"OpenBlue sirve a muchas industrias diferentes: lugares de trabajo, hospitales, escuelas, recintos universitarios, estadios, empresas, etc." ("OpenBlue | Johnson Control") OpenBlue crea

valor para nuestros clientes, desde ayudar a los pacientes a curarse más rápido hasta garantizar que los estudiantes vuelvan a ingresar a las escuelas con mayor tranquilidad, y desde los fanáticos que experimentan los estadios de una manera nueva y personalizada hasta los laboratorios que realizan importantes avances científicos.

Figura 5.1 beneficios de la plataforma open blue



Fuente: johnsoncontrols.com

Integración con OpenBlue

El Nivel de Servicio Básico (Esencial) está dirigido a clientes que desean complementar sus equipos internos con la experiencia de monitoreo de alarmas críticas las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

El programa OpenBlue IR Smart Connected (IRSC):

Aumenta la confiabilidad del compresor Reduce los costos operativos y de servicio, lo que permite a los técnicos y clientes identificar rápidamente

Permite acceder a las tendencias operativas en tiempo real a través de un teléfono inteligente, tableta o computadora.

Aumenta la confiabilidad del equipo y mantiene los entornos críticos. Reduce el apagado no planificado del equipo y disminuye el tiempo promedio de reparación.

Esta plataforma nos ofrece distintos niveles de tecnología o beneficios según el tipo de servicio:

Tabla 5.1 niveles de tecnología o beneficios

Service Type	ESSENTIAL	ENHANCED	EXPERT
Platform management	X	X	X
Automatic notification of alarms via email	X	X	X
Monthly Alarm and Fault Detection Reports	Alarm Summary	Alarm Summary/ OBEM Fault Summary	Alarm Summary/ OBEM Fault Summary Report Builder
Notification of alerts and abnormal conditions	-	90 min	45 min
Customer's web access to query equipment data	X	X	X

Gestión de Plataforma: tiene como objetivo asegurar la continuidad del flujo de datos que se genera en cada compresor y se envía a los servidores de la OBCC. Cualquier problema en los dispositivos electrónicos, falta de señal celular (utilizada en la comunicación) en el equipo de transmisión, datos incoherentes, controlador del compresor defectuoso son elementos que el ROC monitorea las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Cuando hay alguna falta de disponibilidad en la recepción de datos, el ROC realiza una solución de problemas predefinida con el cliente para restaurar el sistema y evitar la pérdida de datos históricos esenciales para el análisis del equipo

Notificación Automática de Alarmas

el sistema está configurado para que todos los eventos de alarma, fallas de seguridad y avisos de equipos sean informados en tiempo real al equipo técnico de especialistas y al cliente vía e-mail. La información recibida evita la dependencia de tener que consultar esta información en el panel de control o sistema local.

Informe Mensual: los informes disponibles son:

- C.1) Resumen Cuantitativo de Fallas en el Periodo (Reporte de Fallas por Serie Temporal): cuenta con un tablero de la cantidad de alarmas diarias ocurridas en un determinado periodo y su listado.
- C.2) Resumen de Fallos detectados por OBEM (Equipment Fault Summary Report by space): listado de fallos identificados diariamente durante un periodo de tiempo. No tiene información de Diagnóstico.
- C.3) Resumen de Fallas detectadas por OBEM con diagnóstico (Equipment Fault Summary Report by space - Diagnostic): listado de las fallas identificadas diariamente durante un período de tiempo. Tiene información de diagnóstico.
- C.4) Report builder: se trata de un BI que permite flexibilidad en la creación de informes personalizados.
- C.5) Resumen de Alarmas: consolidado del número de alarmas Metas ocurridas en el último período. Formato aún en construcción.
- D) Notificación de alertas y condiciones anormales: El equipo ROC filtra los eventos críticos (según los criterios de la planilla adjunta), contacta telefónicamente con el equipo técnico o cliente para notificar la ocurrencia y luego reenvía la solución de problemas por correo electrónico. La lista de contactos se define previamente al inicio del contrato junto con el cliente y el equipo de refrigeración. El tiempo indicado corresponde al tiempo máximo de respuesta a un evento.
- E) Acceso web del cliente para consulta de datos de equipos: provisión de credenciales de acceso del cliente a la plataforma en la nube (OBEM) para consulta de datos históricos (intervalo de recolección de 10 minutos) así como resultados analíticos de detección de fallas y diagnósticos.

6. Evaluación de Alternativas

Para el desarrollo de estas evaluaciones se llevó a cabo la identificación de factores como se evidencia en la tabla y de acuerdo con las necesidades de la empresa, se puntuaron estos factores de tal manera que se pudiera establecer cuál de las opciones es la más adecuada, teniendo en cuenta el equipo a escoger para realizar las pruebas pilotos, donde en este caso dado se ha seleccionado los compresores frick de amoniaco, estos son seleccionados después de consultar con los diferentes ingenieros y superintendentes en el área de mantenimiento, se llega a esta decisión puesto que estos equipos cuentan con software y sensores integrados los cuales no están siendo aprovechados dado que no contamos con la plataforma IoT para la recolección, transmisión y análisis de datos seguros. A cada uno de los factores se les dio una puntuación que va de mínimo 1 (no adecuado para la empresa) 3 (no adecuado pero adaptable) 5 (opción adecuada para la empresa).

Realizamos una encuesta de 5 preguntas a personal idóneo, ingenieros y superintendentes en el área de mantenimiento y de acuerdo con sus respuestas pudimos sacar la puntuación y escoger la opción de forma cualitativa.

Tabla 6.1 Evaluación de las alternativas

Alt alternativas	Factores de evaluación					
	Vi abilidad económica	Compa tibilidad con tecnología existente	Facilida d de implementación	Fac ilidad de consecución	S oport e técnico posventa	Tot al
M otor de innovación de softeq	5	3	5	4	5	22/5=4.4
OP ENBLUE IR SMART CONNECTED DE JOHNSONCONT ROLS	5	5	5	5	5	25/5=5
S OFTWARE AG	5	3	5	3	5	21/5=4.2
PT C (LiveWorx)	5	2	3	5	5	20/5=4
IB M (WATSON IOT)	5	3	5	3	5	21/5=4.2

Fuente: los autores

La evaluación de la tabla evidencia que la alternativa más viable para la empresa es la 2, por los factores evaluados y, además, es necesario resaltar que esta tecnología ha

sido desarrollada específicamente para equipos escogidos para las pruebas piloto en la empresa, Esta permite beneficios como:

- La recolección continua de datos permite el diagnóstico de problemas de transición y de procedimiento que son muy difíciles y hasta imposibles, de descubrir normalmente con los ciclos de recogida de información mensual o trimestral. Resulta particularmente eficiente para equipos de procesamiento por lotes.
- En el trayecto de control mensual tradicional con un recopilador de datos portátil, se requieren por lo menos 2 ciclos mensuales para obtener 2 puntos o una tendencia, de acuerdo con el cual un estado puede ser establecido de referencia. la plataforma OpenBlue ir Smart connected, brinda al usuario o técnico de PdM un gran nivel de confianza y precisión del comportamiento de los activos.
- Los cambios en el estado del equipo se disparan automáticamente para capturar información de formas de onda de tiempo y espectro. La habilidad de capturar estos datos de diagnóstico juntamente con la tendencia y el sello de tiempo mejorar la habilidad del profesional de confiabilidad para resolver problemas de procesos.
- Las tendencias mejoran el conjunto de datos tradicional en su conjunto en las vibraciones, lo cual proporciona una evaluación más precisa de las vibraciones RMS general sola. (“-ALERT”)
- No es necesario que los operarios estén constantemente acercándose a las condiciones que representan los equipos rotatorios para recolectar datos.

6.1.1. Alternativa evaluada

Después de haber identificado y caracterizado las distintas plataformas tecnológicas 4.0 aplicable al campo industrial, la alternativa de gestión de activos 4.0 propuesta para implementar en la empresa Mexichem Resinas Colombia es OPENBLUE IR SMART CONNECTED porque se adapta a las necesidades de producción y funcionamiento de los equipos, tales como los compresores de amoniaco y las bombas centrifugas, es decir, mediante las aplicaciones que ofrece OPENBLUE IR SMART CONNECTED; se mejora el rendimiento de los equipos y la producción. Por otro lado, en lo referente al desempeño del operario mejora en cuanto a la lectura puesto que permite recolectar los datos en tiempo real y con mayor eficiencia y eficacia de los equipos. Estos datos son almacenados y estudiados para la toma de decisiones oportunas sobre las situaciones presentadas en los equipos, con el fin de programar los mantenimientos preventivos evitando daños que le generen a la empresa un mayor costo y por ende retrasos en la producción, ocasionando retrasos en la entrega de los productos a los clientes.

Desde esta perspectiva, la empresa Mexichem resinas Colombia utilizara el sistema OPENBLUE IR SMART CONNECTED para aplicar los análisis antes mencionados por ahora en compresores de amoniaco con el propósito de reforzar la seguridad operativa, facilitar el desarrollo del trabajo del operario y de esa forma garantizar la continuidad de la producción 24/7.

Lo anterior, tiene relevancia siempre y cuando a los operadores se le cualifiquen en la Tecnología 4.0, especialmente en sistema IoT

Ahora bien, con el paso del tiempo, la empresa Mexichem Resinas Colombia han favorecido la elaboración de nuevas estrategias de toma de decisiones, que otorga un lugar importante a la analítica predictiva, ya que esto ha hecho posible la determinación de varios tipos de patrones

entre la sociedad, dando como resultado un gran número de beneficios consistentes en innovación, búsqueda y desarrollo de soluciones innovadoras.

La generación de estos datos en los últimos años ha experimentado un crecimiento constante y tiene la intención de seguir haciéndolo, Es por ello por lo que esta plataforma electrónica será uno de los principales aspectos a considerar en el ámbito del comercio, científico y social, todo ello ha tenido una gran repercusión económica e innovadora.

Ingreso de datos.

La introducción de datos es el procedimiento de obtención y de importación de información a utilizar o almacenarse en una base de datos. Implica la recopilación de datos de muchas fuentes para el propósito de llevar a cabo un análisis sobre la base de modelos de programación

Gestión de datos.

La gestión de datos está en desarrollo y realización de arquitecturas, políticas, prácticas y procesos para manejar las necesidades del ciclo vital de la información de la empresa de forma eficiente. Se trata de un método de gestión del flujo de datos de un sistema por todo su ciclo vital, desde que fueron creados hasta el momento en que fueron eliminados. La gestión de grandes volúmenes de datos, big data es la manera de organizar y gestionar grandes cantidades de información estructurada como no estructurada para con ello elaborar estrategias que ayuden con los conjuntos de datos que crecen a alta velocidad, donde se ven involucrados terabytes y hasta peta bytes de información con muchas diversidades en esta.

Tiempo real de procesamiento.

es un procedimiento de automatización e incorporación del flujo de datos en la toma de decisiones, Aprovecha la circulación de datos para obtener información estática y por lo tanto obtener respuestas a las preguntas a través del análisis dinámico. Los sistemas de Flow Processing se han fabricado con un modelo centrado que trabaja con información estructurada tradicional, así como aplicaciones desestructuradas como el vídeo y las imágenes. El Flow Processing es apto para aplicaciones que tienen tres características calcular la intensidad (alta proporción de operaciones de E/S), permitir el paralelismo de datos y, finalmente, la posibilidad de aplicar los datos que se ingresan continuamente.

Análisis de datos.

Se trata del proceso de examinar una gran cantidad de datos para descubrir patrones ocultos, correlaciones desconocidas y otra información útil. (“BIG DATA - Análisis - Neocities”) Esta la información puede proporcionar ventajas competitivas y generar beneficios empresariales, tales como la comercialización para generar mayores ingresos.

Según Rouse²² el propósito principal del análisis de datos es ayudar a los negocios mediante la autorización de científicos y otros usuarios de la información analizar un gran volumen de datos transaccionales, así como otras fuentes de datos que pueden haber permanecido desaprovechadas por la inteligencia empresarial convencional. El objetivo consiste en resolver los problemas mencionados, ofrecer la oportunidad de abordar el modo en que se gestiona la información de forma diferente de lo que se ha hecho.

7. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA ANTE LA EMPRESA MEXICHEM RESINAS COLOMBIA

La presentación de la propuesta es presentada a la empresa Mexichem resinas Colombia, en una estrategia empresarial llamada ideas de innovación, tercera edición, que buscan como solución al siguiente reto “¿Cómo podríamos aprovechar las tecnologías de IoT para ser una

compañía más competitiva?” Este reto lo tienen planteado en 3 categorías, administración y optimización de la cadena de suministro, analítica predictiva/ Mantenimiento y excelencia en las operaciones.

En la presentación de la propuesta se tuvo en cuenta las siguientes preguntas interpuestas por la compañía

- ¿Qué problema quiere resolver tu idea?
- Una breve descripción de la solución propuesta
- ¿Quiénes serían los principales beneficiados con esta solución?
- Si tuvieras 30 segundos para describir tu idea, ¿qué dirías? (Trata de expresar

tu idea como un tweet)

En respuesta a la presentación de la propuesta se obtuvo lo siguiente:

“Estamos muy felices de informarte que tu idea “D3446: DISEÑAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE ACTIVOS, BASADA EN TECNOLOGÍAS 4.0 PARA MONITOREO REMOTO DE VIBRACIONES Y OTRAS VARIABLES EN COMPRESORES DE AMONIACO Y EQUIPOS ROTATIVOS” ha sido seleccionada dentro de las 3 mejores ideas de nuestro tercer reto de innovación “¿Cómo podríamos aprovechar las tecnologías de IoT para ser una compañía más competitiva?”.

¡FELICIDADES!

Ahora es el momento de desarrollar tu idea, reúne a tu equipo y prepara tu presentación. Para acompañarte en el proceso hemos programado una sesión grupal para aclarar dudas, por favor separa este espacio en tu agenda, en correo aparte te llegará la citación por Outlook.

Además, contarás con el apoyo de los champions de innovación, quienes han sido preparados en la metodología y están listos para apoyarte. Estos son los champions que te acompañaran con el desarrollo de tu idea:

- ***Harold Sánchez***
- ***Ana Paola Hoyos***

Una vez más felicidades, estamos seguros de que harás un gran trabajo. Recuerda que el equipo de LaunchPad y los Champions de Innovación estamos aquí para acompañarte en el proceso, no dudes en contactarnos.

Cordialmente,

Equipo LaunchPad Latinoamérica”

En el siguiente paso, la presentación de la propuesta se realizará en un formato o plantilla ya establecida por la compañía, el cual exige aplicar la metodología Lean Canvas para el desarrollo de la idea, no modificar el formato y la distribución, y recordar que se tiene 7 minutos para su presentación y la información debe ser lo suficientemente clara y concisa para transmitir el valor de su propuesta ante el jurado.

Figura :7.1 formato guía para presentacion de propuesta

orbía LaunchPad Esta diapositiva es una guía, utilice la siguiente diapositiva para modificar el contenido de los bloques con la información de su Propuesta

vestolit alphagary

<p>2. Problema</p> <p>Es importante reflexionar sobre qué problema padece tu cliente que tu producto/servicio pretende solucionar. Enumera los tres problemas TOP con los que se encuentra.</p> <p>Además identifica y enumera cuales son las alternativas actuales que tu cliente utiliza para solucionar esos tres problemas (competencia directa/indirecta o no demanda).</p>	<p>4. Solución</p> <p>Listar las tres características principales de tu producto/servicio que crear valor de cara al problema y lo hace diferente.</p>	<p>3. Oferta de Valor Única</p> <p>Debes tener claro qué es lo que tu propuesta va a ofrecer para solucionar los problemas detectados.</p>	<p>6. Ventaja Competitiva</p> <p>Reflejar en una sola frase lo que te hace especial frente al resto de tus competidores.</p> <p>¿Qué tienes tú que sea muy difícil copiar a tus competidores?</p>	<p>1. Usuarios</p> <p>Explica cual es tu segmento de clientes objetivo para tu idea innovadora. (Ya sabes, puede ser interno o externo).</p> <p>Es importante que definas quién es tu "avatar" (=arquetipo de cliente)</p> <p>a nivel socio-demográfico (datos relevantes)</p> <p>y también a nivel psicológico (deseo/dolor)</p>
<p>9. Costos</p> <p>Analiza los costos que tiene tu propuesta. Variables y Fijos.</p>	<p>8. Ingresos</p> <p>¿Cómo va a ganar dinero el negocio con tu propuesta? ¿Qué es lo que te van a pagar tus clientes?</p> <p>Si no vas a generar ingresos, haz la lista de los impactos positivos y reales de tu idea para el Grupo Orbia.</p>			

Por favor no modifique el formato y la distribución de los bloques, recuerde que tiene 10 minutos para su presentación y la información debe ser lo suficientemente clara y concisa para transmitir el valor de su propuesta al comité.


orbía

Fuente: red pública de plataforma Orbia

7.1.1 ANEXOS


ANEXO A. Diapositivas de la presentación a Mexichem resinas

orbia LaunchPad vestolit alphagary

		1. Usuarios		
		<ul style="list-style-type: none">➤ Inspectores de integridad y confiabilidad certificados en las diferentes técnicas predictivas.➤ Ingenieros de Confiabilidad y mantenimiento.➤ Ingenieros Jefes de Planta en sistema de refrigeración por amoniaco.		
				

orbia

orbia LaunchPad vestolit alphagary

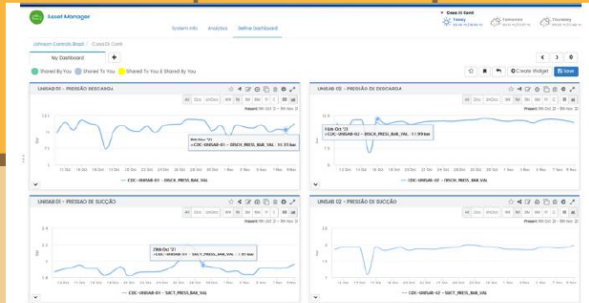
		2. Problema		
		<ul style="list-style-type: none">➤ Existe implementado un sistema de monitoreo de vibraciones que no permite el análisis de información de manera oportuna.➤ No se puede obtener información de condiciones del proceso al momento de revisar causas de alarmas por vibraciones o fallas inesperadas.➤ Las alarmas o fallas por vibraciones solo las puede ver el operador al momento en que se acerca al área, o el personal de inspecciones mediante rutina predictiva.		
				

orbia

orbia LaunchPad **vestolit alphagary**

3. Oferta de Valor Única

Acceso a datos de vibraciones y variables de proceso 24/7 en tiempo real, haciendo uso de IIoT como gran aliado para gestionar eficaz y eficientemente el desempeño en los compresores de los sistemas de refrigeración por amoníaco para nuestros clientes y colaboradores internos.

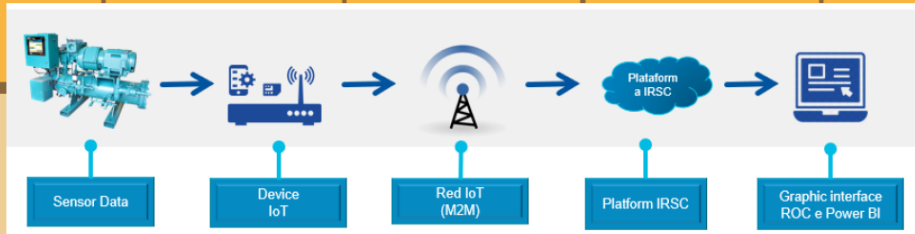


orbia

orbia LaunchPad **vestolit alphagary**

4. Solución

- Instalación de una red para monitoreo remoto con el fin de llevar la información a un servidor.
- Gestión automática de notificaciones, alarmas y eventos críticos que le llegaran a los usuarios vía email.
- Emisión automática de diagnostico predictivo.



orbia

orbia
LaunchPad
vestolit
alphagary

5. Métricas


- Numero de eventos reportados y corregidos de manera oportuna en determinado periodo de tiempo.
- Incremento del tiempo medio entre falla MTBF de los compresores de refrigeración por amoníaco en la planta SPVC.
- Disminución de costos en mantenimiento.



orbia
LaunchPad
vestolit
alphagary

6. Ventaja Competitiva


La emisión automática de diagnósticos que garantiza la detección temprana de los distintos modos de fallas asociados a estos equipos críticos para la seguridad y operación de la planta, mejorando la gestión planificación y corrección de manera oportuna.




orbia
LaunchPad

vestolit
alphagary

		9. Costos	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adquisición de hardware (transmisores, cableado, módems etc.) ➤ Adquisición de software. ➤ Montaje. ➤ Servicio de hosting, almacenamiento en la nube. ➤ Capacitación. 			





orbia
LaunchPad

**RED PARA MONITOREO REMOTO DE VIBRACIONES Y OTRAS
VARIABLES EN COMPRESORES DE AMONIACO**

vestolit
alphagary

<p>2. Problema</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe implementado un sistema de monitoreo de vibraciones que no permite el análisis de información de manera oportuna ➤ No se puede obtener información de condiciones del proceso al momento de revisar causas de alarmas por vibraciones o fallas inesperadas. ➤ Las alarmas o fallas por vibraciones solo las puede ver el operador al momento en que se acerca al área, o el personal de inspecciones mediante rutina predictiva programada. 	<p>4. Solución</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Instalación de la red para monitoreo remoto y llevar la información a un servidor. ➤ Se tiene instalado el sistema local, el cual es complemento para el funcionamiento de la red 	<p>3. Oferta de Valor Única</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El acceso a datos de vibraciones y variables de proceso en tiempo real es un gran aliado para tener mayor precisión en análisis de eventos con su debido gráfico de tendencia en el tiempo. ➤ Los compresores de amoniaco son equipos críticos para la seguridad y producción de la planta por lo que su monitoreo es esencial. 	<p>6. Ventaja Competitiva</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Notificación automatizada de alarmas y eventos críticos 24/7. ➤ Diagnostico automatizado de los diferentes modos de Falla. 	<p>1. Usuarios</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inspectores de integridad y confiabilidad certificados en las diferentes técnicas predictivas. ➤ Ingenieros de Confiabilidad y mantenimiento. ➤ Ingenieros Jefes de Planta en sistema de refrigeración por amoniaco.
<p>5. Métricas</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ # de eventos reportados y corregidos. ➤ Incremento del MTBF. ➤ Disminución de los costos de mantenimiento 	<p>7. Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Vía email. ➤ software basado en web. ➤ Android, IOS. 	<p>9. Costos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ - Adquisición de hardware (transmisores, cableado, módems etc..). ➤ - Adquisición de software. ➤ - Montaje. ➤ - Servicio de hosting, almacenamiento en la nube. ➤ - Capacitación. 	<p>8. Ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Incremento de la disponibilidad y confiabilidad de los activos para la producción. ➤ Refuerzo de la seguridad operativa en equipos al ser monitoreados y diagnosticados de manera automática en tiempo real. ➤ Reducción en costos de mantenimiento. 	





8. Estrategia de Gestión 4.0

La estrategia que estamos proponiendo a la empresa Mexichem Resinas Colombia, consiste en la optimización y gestión completa del ciclo de vida de los activos de la compañía.

Con una adecuada utilización de la tecnología IoT, se puede optimizar el rendimiento, ampliar la vida útil, reducir costos y el retorno de la inversión que se hace en los activos.

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1. Conclusiones

Caracterizando los equipos rotativos de la empresa Mexichem resinas Colombia mostramos la importancia y criticidad que tienen las bombas y compresores, en los cuales existen áreas de mejora para implementación de la tecnología 4.0. y con esta disminuir los paros imprevistos los cuales puedan ser predichos mediante análisis de vibración en tiempo real.

E aquí donde tomamos diversas plataformas tecnológicas en IoT en particular OPENBLUE IR SMART CONNECTED la cual es la mejor alternativa a ser utilizada por la Empresa Mexichem Resinas Colombia, porque esta combina lo último en tecnología inalámbrica de baja energía y sus aplicaciones son un paquete robusto, seguro y certificado industrialmente que nos brinda

una cantidad de características y aplicaciones que analizan en tiempo real cada uno de los datos extraídos desde los paneles o sensores, enviados, analizados automáticamente, y se pueden acceder en su totalidad de forma segura, este monitor coloca el diagnóstico en manos de los usuarios diarios. Además, proporciona una monitorización continua del estado de la máquina a través de los seis siguientes aspectos: inicialmente el monitoreo de vibraciones, en un segundo lugar la temperatura y tiempo de funcionamiento, en tercer lugar un registro de datos con análisis de tendencias, en el cuarto lugar el acceso instantáneo a los registros de la máquina, en quinto lugar la sincronización inalámbrica con dispositivos móviles y finalmente en sexto lugar la detección temprana de fallas en la máquina. El monitoreo de equipos rotativos es en tiempo real continuamente en tres direcciones al tiempo (Horizontal, Vertical y Axial), en la planta Mexichem existen un gran número de equipos que opera cíclicamente en momentos puntuales, es en esta aplicación que se pueden ver mejor los resultados.

La presentación ante la empresa nos dio la oportunidad de debatir cual de la plataforma es la más adecuada teniendo en cuenta los equipos que existen en la planta y su criticidad, para la empresa Mexichem Resinas Colombia la tecnología IoT representa como activos de información volumen elevado, velocidad elevada y alta variedad, que demandan soluciones innovadoras y eficientes de procesado para la mejora del conocimiento y la toma de decisiones en la organización. De ahí que esta tecnología permite mejor funcionamiento y lectura de los equipos para así, determinar el volumen de la producción y la entrega oportuna de esta a los clientes; todo esto se da por viabilidad y veracidad de los datos procesados mediante esta tecnología. Además, la analítica de IoT se realizan mediante la aplicación de la estadística clásica, donde las técnicas de Inteligencia artificial proporcionan una base imprescindible y crítica para el futuro analítico de los datos masivos.

Atendiendo a la estructura de un ambiente en esta plataforma, la empresa es consciente que esto ayuda a mejorar la manipulación de los datos, optimizando la gestión de la

información respecto a tiempo y costo, logrando obtener mejores resultados en las estadísticas para una buena toma de decisiones.

9.2. Recomendaciones

Después de haber analizado las estrategias de la tecnología 4.0, es de vital importancia que la Empresa Mexichem Resinas Colombia no solamente aplique este tipo de tecnología a bombas centrifugas y compresores, si no a ventiladores y extractores de aire, con el propósito de obtener un mejor rendimiento de los equipos y aumentar su vida útil de trabajo este método es el más acertado para manejar la base de datos de equipos rotativos que se monitorean en Mexichem Resinas Colombia, la cual contiene un gran número de activos y se requiere que toda la información recolectada sea almacenada y analizada de manera precisa. Por la naturaleza del proceso y su operación continúa 24/7 demanda que se elaboren los informes de potenciales fallas futuras de manera oportuna y que los mantenimientos sean programados de manera sincronizada con la planeación y programación de la producción, con esto la disponibilidad de plantas se mantiene óptima para cumplir con la demanda del mercado.

Las bondades de esta plataforma para la técnica del predictivo en vibraciones se ajustan correctamente dado que se puede tener la información rápidamente para tomar decisiones con la descripción de la falla detectada y así asignar las recomendaciones del caso.

Bibliografía

- Baudart, F. (Issue Abril - Mayo 2018). *reliabilityweb.com - Revista Uptime® Magazine*. Recuperado el 29 de 04 de 2020, de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/the-next-generation-of-maintenance-reliability>
- Emerson. (s.f.). *emerson.com*. Recuperado el 29 de 04 de 2020, de <https://www.emerson.com/es-mx/catalog/ams-a2140-es-mx>
- Emerson. (s.f.). *emerson.com*. Recuperado el 29 de 04 de 2020, de <https://www.emerson.com/es-mx/automation/asset-management/asset-monitoring/condition-monitoring/ams-6500-machinery-health-monitor>
- Emerson. (s.f.). *testequipmentconnection.com*. Recuperado el 29 de 04 de 2020, de http://spanish.testequipmentconnection.com/71794/Emerson_CSI_2130.php
- Evtech. (s.f.). *evtech.cl*. Recuperado el 29 de 04 de 2020, de <https://evtech.cl/sistema-de-monitoreo-de-condiciones/>
- Irwin, R. (Issue Dic -Ene 2018). *reliabilityweb.com - Revista Uptime® Magazine*. Recuperado el 29 de 05 de 2020, de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/predictive-maintenance-and-machine-learning-revolutionizing-reliability>
- Morales, P., & Gabriel, J. (2017). *Diseño de un sistema de monitoreo de vibraciones en máquinas rotativas críticas en la línea de producción de lija*. (“Diseño de un sistema de monitoreo de vibraciones en máquinas rotativas ...”) Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- OSHA. (19 de 12 de 2019). *U.S. BUREAU OF LABOR STATISTICS*. (Table 3. Fatal occupational injuries counts and rates for selected occupations, 2017-18) Recuperado el 29 de 04 de 2020, de <https://www.bls.gov/news.release/cfoi.t03.htm>
- Siemens. (s.f.). *siemens.com*. Recuperado el 29 de 04 de 2020, de <https://new.siemens.com/mx/es/productos/energia/services/servicios-digitales/servicios-digitales-omnivise/monitoreo-de-condicion-y-proteccion-de-maquinaria.html>
- SKF. (s.f.). *skf.com*. Recuperado el 30 de 04 de 2020, de <https://www.skf.com/co/products/condition-monitoring/index.html>
- Trujillo Dávila, M. A., & Guzmán Vásquez, A. (22 de 04 de 2020). *dinero.com*. Recuperado el 29 de 04 de 2020, de <https://www.dinero.com/management/articulo/como-estan-reaccionando-las-empresas-de-mejores-practicas-corporativas-en-la-region-ante-el-covid-19/284500>

David Puertas Molina

De: Harold Yesid Sanchez
Enviado el: Friday, October 7, 2022 2:32 PM
Para: David Puertas Molina
CC: Orlando Arroyo de la Rosa
Asunto: Admisión Idea Innovadora
Datos adjuntos: Idea de Inovación.pdf

David / Orlando, buenas tardes.

Los felicito por su propuesta innovadora de "La Red para Monitoreo de Vibraciones y otras Variables en Compresores de Amoniaco". Su idea es una de las finalistas de nuestro programa LaunchPad de innovación. Ha sido aprobada a la siguiente etapa para estudio e implementación.


Cordiales saludos / Kind regards,


Harold Yesid Sanchez
Jefe de Integridad y Confiabilidad de Activos.



T: 57 56723150 Ext. 5440
E: harold.sanchez@vestolit.com


vestolit.com
orbia.com

vestolit

orbia 

 Please consider the environment before printing this email.

EXPECT MORE 
HALL 8B/F63 

The World's No. 1 Trade Fair for Plastics and Rubber
Are you making plans for the K-Fair?
19-26 October 2022 | Düsseldorf, Germany 

orbia cybersecurity 

Visit the all-new Cybersecurity Hub and become cyber aware.

1