**Trabajos a futuro propuestos para el desarrollo de la Cámara de niebla Salina elaborada para la Universidad Santo tomas seccional Tunja.**

**Correspondencia:** Se puede enviar un correo formal a la dirección [ing.felipenarvaez017@gmail.com](mailto:ing.felipenarvaez017@gmail.com)

**Abstract:** Una cámara de niebla salina es un equipo de carácter industrial utilizado ampliamente en este sector, así como en la linea de investigación de materiales de construcción, ya sea para la fabricación de piezas de equipos industriales, tuvieras, entre otros elementos de uso cotidiano.

Su funcionamiento esta basado en el estudio de la exposición de superficies y materiales a una niebla ácida, comúnmente constituida por vapor de agua a cierta temperatura, cloruro de sodio y cloruro de cobre. Esta exposición simula la degradación de un material ante el envejecimiento por el tiempo o el trabajo previsto que tenga cierta pieza en el ambiente en que se situá.

En la Universidad Santo Tomas seccional Tunja, se desarrollo una Cámara de Niebla Salina, basada en la presentación de una cuba cerrada de vidrio templado a la cual se suma un sistema de control y monitoreo dado mediante sensores y actuadores eléctricos y electrónicos, comandados por una central basada en Raspberry PI 400. Este proyecto fue basado bajo la premisa de ser escalable y precursor en la institución para el estudio de superficies y materiales por parte del personal estudiantil, docentes y terceros a la institución.

**Keywords:** Máquina, Placa de Circuito Impreso PCB, Microcontrolador MCU, Microprocesador MPU, software, Hardware, Diseño, Desarrollo, Monitoreo, Control, Repositorio, Raspberry PI.

**Sobre este Articulo.** En el documento principal de desarrollo tecnológico del proyecto de la Cámara de Niebla Salina elaborado para la universidad Santo Tomas seccional Tunja, se deja un estipulado de diferentes mejoras y proyectos de escalabilidad que se pueden dar en el prototipo a futuro. Cada uno de estos puntos deja al descubierto una preparación previa en el desarrollo de la máquina que contempla una unión a tecnologías basadas en el IOT, la Industria 4.0 o mejoras varias; aspectos que se cobijaran de mejor forma en el presente articulo.

Si requiere saber a mayor detalle de la elaboración de este prototipo, puede referirse al Libro de tesis titulado SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE LA MÁQUINA DE NIEBLA SALINA PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA.

**Introducción:** La cámara de niebla salina desarrollada en la Universidad Santo Tomas seccional Tunja, fue desarrollada con la finalidad de servir principalmente a la comunidad perteneciente a la institución, así como ser un instrumento de investigación de semilleros y agentes externos a la universidad. El uso de este prototipo esta orientado a los estudiantes de diferentes carreras de nivel pregrado y postgrado relacionados con Ingenierías y afines, del mismo modo ser parte de semilleros de investigación y el personal docente que pueda sacarle provecho.

Para que este prototipo pueda seguir cumpliendo su misión en la institución, es necesario que pueda actualizarse a las necesidades que se vayan presentando al pasar el tiempo y el surgimiento de nuevas tecnologías, es por este motivo que el trabajo realizado sobre la máquina da pie a la escalabilidad, donde la inserción de nuevos procesos, actuadores, sensores, o re-diseños sobre el software principal esta contemplado.

Esto lo podemos ver en el modelo de preparación del software desarrollado ante la inserción de tecnologías del Internet of Things (IOT) o la Industria 4.0 que podría dar uso del prototipo en conjunto de otra maquinaria circundante en su ambiente de trabajo, siendo este el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad.

Del mismo modo, en el apartado de Hardware, las entradas analógicas y digitales de los puertos GPIO de la Raspberry PI 400 utilizada como base programable para diseñar el sistema de control y monitoreo; y los puertos GPIO del Arduino NANO, están situados en libre acceso y conexión, junto con el debido diagrama eléctrico, electrónico y de computo en el caso de llegar a conectar nuevos componentes que agreguen funciones a la Cámara de Niebla Salina.

Lo anterior junto con preparaciones en el apartado estructural de la Máquina de Niebla Salina, esta estipulado a forma de listado de mejoras en el documento de desarrollo tecnológico de este proyecto y que en este articulo indagaremos a mayor profundidad.

**Materiales y Métodos:** El presente Articulo esta basado en el documento de Tesis de pregrado de la carrera de Ingeniería de Sistemas, titulado: “SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE LA MÁQUINA DE NIEBLA SALINA PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA”.

El mismo fue desarrollado por el Ingeniero Electrónico Luis Felipe Narváez Gómez, y puede hallarse en el repositorio CRAI de la Universidad Santo Tomas. De igual forma, varios de la materiales nombrados aquí pueden darse en evidencia en el repositorio del proyecto el cual se encuentra en Github titulado: “RuisoArt/Project\_MaterialOxidationMachine”, repositorio de propiedad del Ing. Felipe Narváez.

**Resultados:** Uno de los factores claves para la realización de la Máquina de Niebla Salina fue el de garantizar que la misma pudiera ser escalable en el presente próximo y trabajos a futuro, esto debido a las posibles futuras necesidades que pueden darse por parte del personal que hace y hará uso de este prototipo para el estudio de superficies y recubrimientos ante el paso del tiempo y la corroción; de la misma manera el proyecto aun posee un margen de mejora amplio que da paso a la integración de nuevas tecnologías y al perfeccionamiento de los diferentes sistemas actualmente integrados en el prototipo.

La Cámara de Niebla Salina al ser escalable brinda de diferentes ventajas al proyecto como lo son:

1. Eficiencia en costos, cuando un producto es escalable se puede sumar capacidad según se vea necesario, haciendo que solo se gaste por las implementaciones estrictamente necesarias por lo que se posee un ahorro significativo en comparación de la compra de infraestructura más desmesurada.
2. Flexibilidad, permite a las empresas, usuarios y operadores adaptarse rápidamente a las necesidades de trabajo o requerimientos que se le presenten de una forma óptima. Esto se traduce en un prototipo en poder adaptar la Máquina según las necesidades que se vayan presentando en vez de tener problemas y posibles desechos del producto en caso de cambios en el área de trabajo.
3. Mejora de rendimiento, el poder agregar cada vez mayores recursos a nuestro equipo, se obtiene una funcionalidad optima del sistema siempre a medida de las necesidades planteadas.
4. Preparación para el futuro, debido a los avances tecnológicos y las situaciones de trabajo cambiantes en el tiempo, tener un producto escalable lo hace ser versátil en la adaptación en el transcurso del tiempo, alargando la vida útil del mismo y disminuyendo costos por obsolescencia.

Un buen aspecto a escalar en este proyecto es la integración de tecnologías IOT o la Industria 4.0. En forma general dotar a un equipo de la capacidad de implementar tecnologías basadas en el Internet Of Things (IOT) le permite la integracion de software especializado en el monitoreo, registro y control de procesos de forma mas robusta, lo que favorece en la administracion de analisis de datos tomados durante el funcionamiento de la maquinaria, su correcta visualizacion y presentacion a los operarios y su consecuente toma de desiciones de forma mas precisa que garantiza una linea de trabajo mas eficaz y de mayor calidad.

Las tecnologias relacionadas con la industria 4.0 toman el concepto de la tecnologia IOT pero lo llevan a un modelo industrial, en donde se suma la integracion de los diferentes equipos que conforman una planta de producción, permitiendo la interaccion entre ellos. Esto conlleva alineas de producción mas complejas y eficaces.

Normalmente la Cámara de Niebla Salina en el sector industrial es un equipo que aunque presente tecnologías propias de control y monitoreo sobre la exposición de niebla corrosiva ante diferentes materiales, esta aislado del resto de equipos dentro del ambiente de trabajo, pues es utilizada en el ámbito de investigación de niveles de tolerancia ante la corrocion de ciertas superficies y recubrimientos.

Sin embargo esto en si puede significar un problema en la presentación de datos técnicos obtenidos tras la investigación o bien la misma integración de la máquina con otros elementos industriales, que permita llevar procesos mas complejos en la linea de pruebas de materiales.

La presentación de información obtenida tras un análisis técnico de datos obtenidos por sensores o por calculo indirecto a los factores de funcionamiento del proceso de degrado obtenidos a partir de variables obtenidas durante el proceso de funcionamiento de la maquina de niebla salina, es de suma importancia en la toma de decisiones de fabricación y uso de ciertas piezas de instrumentación frente a otras en diferentes ambientes de uso, diagramas específicos de cada variable necesaria e información destacada por medio de dashboard especializadas en tiempo real son cualidades que puede ofrecer la integración de tecnologías IOT a proyectos como este, sin contar con la propia manipulación o puesta en funcionamiento por medio remoto de la máquina que permite integrar esta a esquemas de lineas de trabajo complejas.

En caso de futuros trabajos relacionados con este proyecto o proyectos que acojan a la máquina, puede darse una integración conjunta que haga uso de redes que permitan la conexión conjunta de prototipo dentro del establecimiento donde actualmente opera la Cámara de Niebla Salina, dando paso al uso de redes industriales de lineas de producción basados en la industria 4.0, la cual busca la integración de equipos basados en tecnología inteligente y no inteligente, por medio de herramientas electrónicas que permita la interoperatividad de la Maquinaria.

El IOT permite acceder a una amplia gama de sensores y actuares de uso general en a industria, así como los modernos dispositivos inteligentes, esto gracias a tecnologías auxiliares de comunicación como lo son el Bluetooth BLE, Wifi, Ziegbee, Lora, Sigfox, etc; y la integración de microcontroladores como lo son Arduino, ESP, Raspberry, etc; lo cual permite crear un ecosistema tecnológico en la planta el cual abre un gran numero de posibilidades a aplicar en este y otros proyectos.

La Máquina de Niebla Salina desarrollada para a Universidad Santo Tomas seccional Tunja, ya posee en su linea de sistema general una serie de entradas y salidas análogas y digitales, conectadas a microcontroladores sencillos como Arduino NANO y otros mas complejos como Raspberry PI 400; que a su ves tienen conexiones Bluetooth y Wifi, junto con otros canales de conexión USB-A y USB-C que permite la integración de nuevos microcontroladores o tecnología similar; lo cual brinda al proyecto de la capacidad de estar preparada ante la integración de modelos basados en IOT en su software principal o trabajando en paralelo.

La integración de nuevas tecnologías con este u otros proyectos similares acarrea diferentes desafíos que se deben superar en caso de querer escalar el proyecto debidamente para responder a las necesidades del operador de la máquina. Algunos de estos desafíos son:

1. Seguridad, tanto en la estabilidad de la red como en la protección de los datos y accesos autorizados de control a distancia de la Máquina de Niebla Salina.
2. Inter operabilidad, Asegurar la compatibilidad total de los componentes ya implementados con los sistemas IOT que se pretenden utilizar.
3. Costos de implementación, pues, aunque con los componentes ya instalados en el proyecto se tiene un ahorro significativo en caso de llegar a la escalización del prototipo, es de saber que el uso de tecnologías IOT comúnmente requiere de una inversión inicial significativa.

Esto sin contar el hecho que dependiendo de que equipo se quiera integrar en conjunto para un trabajo paralelo con la Máquina de Niebla Salina con la finalidad de aplicar un ecosistema de industria 4.0, sera necesario que varios de los mismos requieran de placas electrónicas y eléctricas especificas que permitan una comunicación inteligente entre máquinas y el sistemas de control principal.

**Discusión:**

La Máquina de Niebla Salina, tal y como se expone en el libro de Tesis de grado por desarrollo tecnológico, titulado :” Sistema de Monitoreo y Control para el Funcionamiento del Prototipo de Máquina de Niebla Salina para los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica”, en la sección titulada “Trabajos a Futuro”, se expone a forma de lista una serie de ideas de como se podría escalar el prototipo con la integración de nuevas tecnologías basadas en el IOT y la industria 4.0, asi como de sugerencias para la mejora en el futuro cercano del mismo prototipo.

Si bien el Prototipo elaborado y entregado para la Universidad Santo Tomas seccional cumple con los requisitos de diseño y uso propuestos previos a su desarrollo, no es ajeno al paso del tiempo y asi a su vez de los cambios en la evolución tecnologica que pueden generar necesidades en la operación del prototipo por parte de los operarios o de querer integrarlo a nuevos proyectos resultantes de las Facultades relacionadas con Ingenierías o Semilleros de Investigacion de la misma Institucion.

Es por este motivo que se desarrollo la Máquina con la idea de poder escalar a futuro el prototipo sin embargo es necesario en tomar primero la linea de sugerencias de mejora al prototipo descritas en el capitulo anteriormente mecionado del libro de tesis antes de querer impementar una nueva tecnologia.

**Conclusiones:**

Se puede afirmar que todo equipo tecnológico que ha de utilizarce en el sector industrial esta ligado inherentemente al mantenimiento y actualización constante de sus componentes con tal de permitirle funcionar de forma competente y pueda responder ante las necesidades del operador.

Se evidencia en la implementación de Hardware de la Máquina de Niebla Salina, una preparación previa del proyecto para un escalizado que haga uso de tecnologías IOT (Internet of Things) o incluso mejoras que proyecten el prototipo realizado a un desarrollo conjunto con el equipo encontrado en el Laboratorio de Materiales para su exploración con el sector de la Industria 4.0.

Una vez terminado el desarrollo de la Máquina de Niebla Salina, se logra derivar una serie de lista de ideas de escalado tecnológico que puede darse al prototipo que puede leerse en el presente documento en la sección de “Trabajos Futuros”.

El desarrollo de la Máquina de Niebla Salina está justificado en el aprovechamiento del prototipo en el estudio de diferentes materiales frente al envejecimiento y la corrosión, siendo utilizados día a día en diferentes sectores industriales y académicos, destacando la Industria Aeroespacial y la Industria Petrolera, donde un previo análisis de superficies y recubrimientos de ciertos elementos ayuda a la toma eficaz de decisiones en los trabajos a realizar y en qué elementos se puede trabajar.

Se evidencia que en los diferentes materiales que utilizamos hoy en día, así como los utilizados frecuentemente en la industria, requieren de un análisis previo en el que se indaga por la resistencia que poseen estos ante el envejecimiento o la corrosión por exposición al ambiente de trabajo. Estos estudios permiten determinan que compuestos se deben usar con un propósito especifico y cuales necesitan algún tipo de recubrimiento extra y bien que resistencia posee.

**Referencias:**

Luis Felipe Narváez Gómez. Sistema de Monitoreo y Control para el Funcionamiento del Prototipo de la Maquina de Niebla Salina para los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica. Abril 2024. Libro de Tesis Pregrado, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Universidad Santo Tomas, Trabajos a Futuro, pagina 80.