

Sistema para la adquisición y almacenamiento de datos en la nube para la Industria 4.0

Patricia Galván Morales^{1*}, Julio Armando Asato España¹, José Emigdio Godoy Zárate¹,
Claudia Cristina Ortega González¹, Gustavo Alejandro Medina Miranda¹

¹Departamento de Sistemas y Computación, Tecnológico Nacional de México en Celaya, Antonio García Cubas Poniente #600 esq. Av. Tecnológico. Celaya, Guanajuato. México. C.P. 38010

*patricia.galvan@itcelaya.edu.mx

Resumen— Los procesos de la industria 4.0 demandan información relevante que permita conocer a cada momento la situación de los equipos operativos, como base para la toma de decisiones desde distintos puntos de vista: control de la producción, programas de mantenimiento, calidad del producto, entre otros. En este artículo se presenta la propuesta de un sistema prototipo que permite la adquisición automática y en tiempo real de datos de equipos industriales mediante dispositivos embebidos, lo que permite establecer un esquema de señalización para el control de ciertas variables, este proceso es realizado a través de un servicio inalámbrico conectado a un servidor en la nube operado mediante una plataforma de código abierto. El propósito es ofrecer a las empresas que integren la industria 4.0 una nueva clase de servicio que ellos puedan controlar, que apoyen y sume de forma útil, eficiente y segura para la toma de decisiones en la empresa.

Abstract— The processes of industry 4.0 require relevant information that allows us to know the situation of the operational teams, as a basis for decision-making from different points of view: production control, maintenance programs, product quality, among others. This paper presents the proposal of a prototype system that allows automatic and real time acquisition of data of industrial equipment through embedded devices, which allows establishing a signalling scheme for the control of certain variables, this process will be carried out through A wireless service connected to a server in the cloud operated by an open source platform. The purpose is to offer companies that integrate the industry 4.0 a new class of service that they can control, to support and add in a useful, efficient and secure for decision making in the company.

Palabras clave — Sistema embebido, tecnologías de la información, tiempo real.

I. INTRODUCCIÓN

Con el uso ubicuo de los sensores, los puntos de venta y los dispositivos móviles, sumado a la continua expansión de las redes de comunicaciones y el creciente uso de las máquinas y robots para la automatización de la manufactura, se ha propiciado una nueva revolución industrial, denominada “Industria

4.0”, favorecida en forma significativa por el crecimiento de la potencia computacional y de la disminución de costos [1].

Los trabajadores de este tipo de industria deben estar debidamente preparados para acceder y desarrollar su actividad en cualquier parte donde aplique, fundamentando la toma de decisiones con base a los datos que se producen. Para ello se debe tener medios seguros y confiables para el apoyo de la toma de decisiones y las relaciones comerciales y empresariales que de ello emanen.

A. Antecedentes de la Industria 4.0

Las revoluciones industriales del pasado se han desencadenado por las innovaciones tecnológicas de cada época: la introducción del agua en forma líquida y posteriormente en vapor como medio de potencia para la fabricación a finales del siglo XVIII (primera revolución industrial), la división del trabajo en el siglo XIX (segunda revolución industrial) y la introducción de la lógica programable a través de controladores y la tecnología de la información en la década de 1970, dio la pauta a la llamada “revolución digital” (tercera revolución industrial). Sin embargo, con la masificación del internet, dispositivos inteligentes y redes de comunicación, la situación de la industria sigue evolucionado.

En Europa se formalizó una comisión en el marco del parlamento europeo para el establecimiento de políticas, regulación y difusión de la transformación a los nuevos paradigmas. En América se han integrado muchos centros de investigación, universidades y empresas con el mismo propósito. Al igual que en Europa se sigue trabajando para una definición universal, así como para regular lo que identifique claramente a la industria 4.0, el cual en este momento es un término aplicado al conjunto de rápidas transformaciones en el diseño, fabricación, operación y mantenimiento de sistemas de fabricación y productos [1].

El concepto de “industria 4.0” se utilizó inicialmente en el marco de la feria industrial de Hannover en Alemania en el año 2011, posteriormente en el 2014 se ratificó como una parte substancial e importante de la producción de componentes y la investigación en Inteligencia Artificial, al respecto se determinó la importancia de la automatización y el análisis de datos, así como la protección de los mismos. La automatización se caracteriza por el paradigma del control centralizado para regular los procesos de producción [2]. Tanto la aplicación de sistemas de automatización e información, como la planificación de recursos empresariales (ERP – *Enterprise Resource Planning*) y el sistema de ejecución de fabricación (MES – *Manufacturing Execution Systems*), mejoran significativamente la productividad de la industria. Sin embargo, la corriente de la producción industrial se enfrenta a muchos retos críticos [3]. Los principios de diseño de la industria 4.0 son [2]:

- Interconexión.
- Información transparente.
- Decisiones descentralizadas.
- Asistencia técnica.

Dichos principios generan un reto por sí mismo y la intención de generar escenarios que permitan en principio integrar a las empresas en la industria inteligente y, como consecuencia, integrar a las nuevas generaciones en dicho escenario. Por otra parte, se conoce a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como toda forma de hacer uso de capacidad de cómputo. De acuerdo a [4], los dispositivos que aplican para el almacenamiento, recuperación, proceso y comunicación de datos van desde los dispositivos inteligentes (teléfonos, televisiones, tabletas) hasta los más sofisticados equipos de cómputo, la principal característica es que se integran a las redes de comunicación de datos de forma casi natural y su configuración no requiere de un especialista.

B. Computación en la nube

La computación en la nube se refiere a todas las aplicaciones y servicios que se ejecutan distribuidos en la nube utilizando recursos virtuales y accediendo a través de protocolos comunes del Internet y estándares de redes. No es necesario que los usuarios tengan conocimiento de la infraestructura que hay detrás sino de la utilidad que les ofrece.

El uso de las TIC como base fundamental de la industria y su aplicación ubicua, permite migrar de forma natural el proceso

administrativo y de toma de decisiones de la empresa contemporánea.

La computación en nube se ha convertido en una gran solución para proporcionar una alternativa flexible, bajo demanda, y de una infraestructura de computación dinámicamente escalable para muchas aplicaciones. La computación en la nube también presenta tendencias tecnológicas significativas, y obviamente que está remodelando los procesos y el mercado de las TIC [5].

La computación en la nube puede verse como una colección de servicios que son representados en un modelo en capas [5] (Fig. 1).

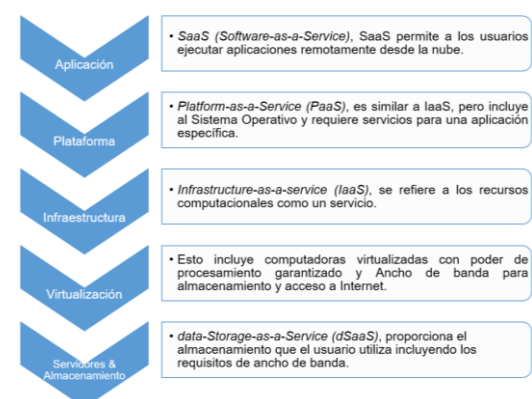


Fig. 1 Arquitectura en capas de la computación en la nube.

La capacidad de cada capa desarrollada en una aplicación prototipo nos permite ver la utilidad de las empresas acorde a sus necesidades de almacenamiento y disponibilidad en ambientes móviles. Aspecto que en la actualidad se está convirtiendo en una necesidad fundamental.

Por otra parte, los sistemas embebidos son componentes dentro de un dispositivo electrónico, diseñados para realizar funciones de acuerdo a un estímulo externo en tiempo real según sea el caso, y se diseñan para cubrir necesidades específicas en el momento adecuado y para el cual fueron programados, hay que tener en cuenta que en este contexto las respuestas correctas pero tardías son erróneas. La mayoría de los sistemas embebidos son de tiempo real (*real-time*) y la mayoría de los sistemas de tiempo real son embebidos [6].

Existe una clasificación de cuatro sistemas en tiempo real [6]:

- Suave (*soft*), el tiempo de respuesta puede ser rebasado o no exacto, esto es tolerado pero no deseable.
- Firme (*firm*), la respuesta computacional se convierte en obsoleta

si el trabajo no se ha terminado en tiempo.

- Débilmente duro (*weakly hard*), se debe cumplir el plazo de entrega.
- Duro (*hard*), el tiempo de respuesta debe ser exacto, si no ocurre así, propicia la pérdida potencial de la vida y/o graves consecuencias financieras.

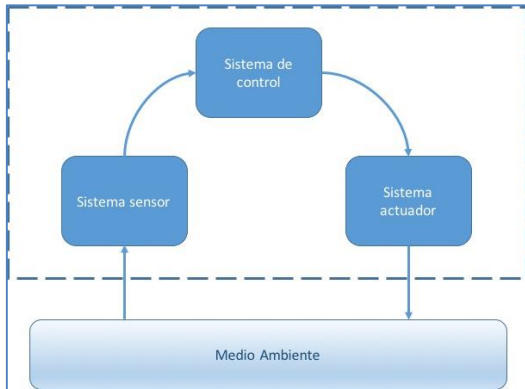


Fig. 2 Esquema general de un sistema en tiempo real.

El esquema general de un sistema en tiempo real se muestra en la Fig. 2, donde se denota la importancia del medio ambiente como un dotador de información para un sistema de adquisición de datos en tiempo real [7].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología aplicada se divide en dos direcciones, una corresponde a un proceso de ciencia aplicada en donde se conjuntarán los elementos tecnológicos involucrados pertenecientes al estado de la técnica, lo cual se complementará con el desarrollo de los componentes de integración requeridos, en un proceso de seis etapas [8]:

1. Análisis de necesidades a cubrir.
2. Diseño del componente requerido.
3. Desarrollo del componente.
4. Pruebas unitarias para validar la funcionalidad local.
5. Pruebas de integración para verificar la funcionalidad global.
6. Adición de la experiencia al banco de conocimiento del proyecto.

En otra dirección se realiza el proceso de datos bajo el enfoque cuantitativo, el cual será de tipo secuencial y probatorio. En ese contexto, el proceso metodológico por aplicar comprende las siguientes fases [9]:

- Fase I: Conceptualización del problema.
 Fase II: Diseño experimental.
 Fase III: Obtención y análisis de evidencia.

Por la naturaleza de la investigación se tiene que considerar la instalación de servidores y servicios que soporten la aplicación de almacenamiento en la nube y la aplicación de medidas de seguridad, correspondiente a la parte técnica.

El informe de resultados implicará la puesta en marcha del prototipo de almacenamiento de datos en la nube a nivel de Intranet primeramente y con base a los resultados la propuesta de la aplicación y puesta en marcha en servicios de Internet.

Es precisa la integración de aplicaciones a través de diferentes métodos de adquisición de datos en la nube, para permitir adentrarse en la industria 4.0, para tomar decisiones de procesos y negocios en tiempo real [10].

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferentes variables ambientales que se han monitoreado son temperatura, humedad y ruido, además de las variables propias de acciones de mecanismos típicos de equipos industriales tales como giros, ensambles, mediciones de impedancia, entre otros.

C. Descripción del prototipo

Se diseñó un prototipo de adquisición de datos para activar un actuador en la nube. En la presente fase se tiene una aplicación móvil para recibir o enviar mensajes al sistema y que se ejecute el control en la actuación. El mensaje se hace mediante un semáforo definido con el cliente donde se tienen los niveles de estable, alerta y alarma. Cuando el sistema cambia de estable a alerta se envía un mensaje SMS y correo electrónico al responsable. Cuando el sistema cambia de alerta a alarma el responsable recibe mensaje SMS y correo pero además, se activa un sistema de actuación que hace las veces de protección del sistema, para la toma de decisiones en tiempo real por parte del responsable.

Con base al esquema general de un sistema de tiempo real, se implementó un sistema de tiempo real con sensores de detección de diferentes variables en una placa de adquisición de datos para que los almacene en una salida a través de una interface de conexión inalámbrica que, mediante un servicio web ubicado en la nube, aceptará todas las lecturas. El diagrama general del diseño se hizo con dos tipos de tarjetas de adquisición de datos para poder hacer un proceso de conversión de datos analógicos (mediante

Arduino) a digitales (mediante Raspberry PI 3) y que la comunicación se haga con el sistema operativo de Raspbian instalado en una tarjeta SD de 16 GB en el Raspberry. A continuación se presenta el diagrama general del sistema de monitoreo (Fig. 3).

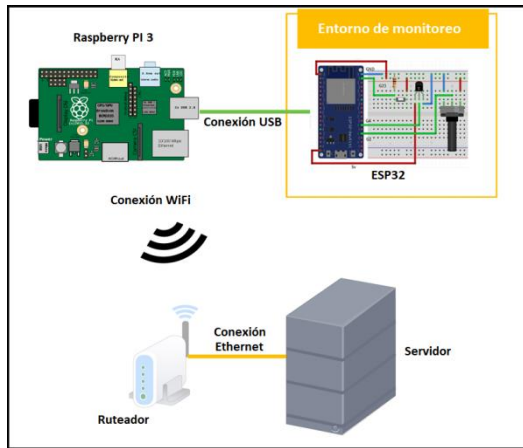


Fig. 3 Diagrama general del sistema de monitoreo.

Es importante resaltar que en este primer prototipo, tanto el Sistema Operativo Raspbian de la tarjeta de adquisición de datos en Raspberry PI3 como el Sistema Operativo del Servidor están en la misma red IPv4 mediante conexión inalámbrica o alámbrica para entornos donde la interferencia es mínima y se hace comunicación en forma transparente.

Tabla 1 Componentes y herramientas de software

Sistema de Gestión de Bases de Datos.
PostgreSQL , versión 9.4.10 Características: Relacional orientado a objetos, de código abierto, programado en C++, con alta concurrencia y amplia variedad de tipos nativos. Manejo de vistas, integridad transaccional, herencia de tablas, soporte para transacciones distribuidas, disparadores y funciones.
Servidor Web
Sistema operativo: Debian 8 Paquete de administración Web: XAMPP versión 5.6.15 Servidor Web: Apache 2.4
Aplicación Móvil
Entorno de desarrollo integrado: Android Studio 2.2.2 Lenguaje de programación: Java SE 8 Meta-lenguaje de datos: XML Mensajería multiplataforma: Firebase Cloud Messaging

Para la parte de la nube se instaló un servidor con Sistema Operativo libre con la versión Debian 8.x, se instalaron los servicios Web correspondientes y se realizó una investigación de diferentes herramientas que pudieran cumplir con las necesidades del prototipo del sistema y que no estuviera fuera de las limitaciones antes mencionadas. En la tabla 1 se presenta un compendio de las tecnologías y herramientas por componentes del sistema prototipo.

De la seguridad. Una de las cuestiones críticas sobre las computación en la nube es la

implementación de la seguridad, ya que contienen aplicaciones esenciales y datos sensibles, en un entorno de nube pública y compartido. Se decidió poner una red virtual privada (VPN) para mantener la seguridad de los datos enviados de las tarjetas de adquisición al servidor web y las tarjetas de adquisición de datos no estén obligadas a estar en la misma red del servidor (Fig. 4).

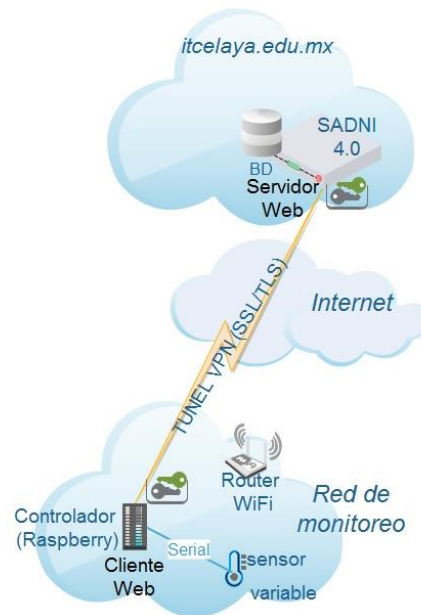


Fig. 4 Esquema de seguridad del sistema de monitoreo.

El prototipo desarrollado fue denominado Sistema de Adquisición de Datos en la Nube para la Industria 4.0 (SADNI4.0) tiene un esquema de acceso por cuenta de usuario y contraseña para establecer los niveles de las variables que se van a monitorizar, así como el acceso a las gráficas correspondientes. Se puede atender a todos los clientes que consideren manejar su monitorización de variables y que tengan la tecnología propuesta para la adquisición de datos.

Se generó un modelo experimental para el prototipo del almacenamiento de datos en una nube aplicando un ámbito de Intranet para la adquisición de datos en tiempo real, mediante en un sistema embebido de sensores que monitorean diferentes variables (Fig. 5).

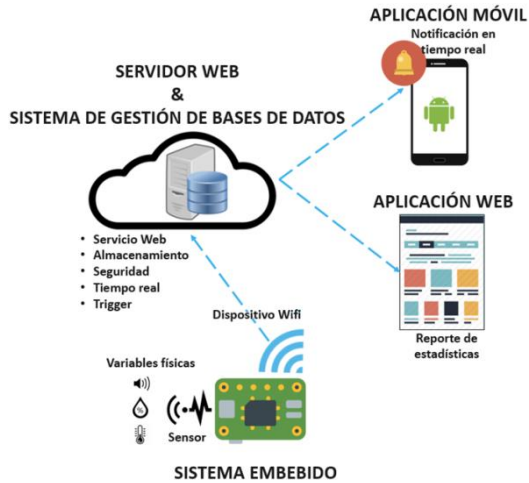


Fig. 5 Diagrama operativo del prototipo.

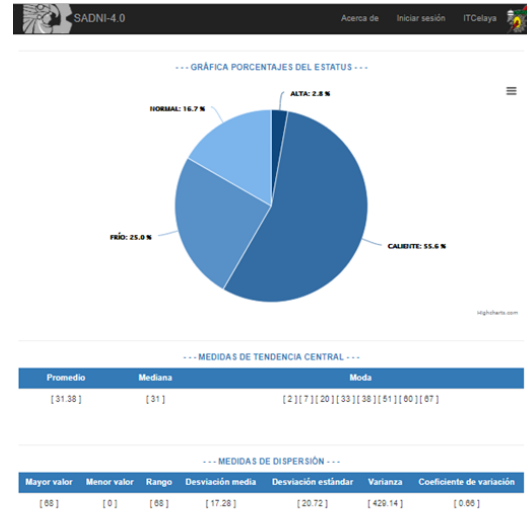
El sistema desarrollado cuenta con diferentes interfaces para el monitoreo y control de las variables. En la Fig. 6 se muestra el tablero de control y en la Fig. 7 un ejemplo de gráficos generados a partir del análisis de los datos recabados.



Fig.6 Tablero de control del SADNI-4.0.

D. Evaluación de Desempeño

Para auditar el desempeño sistema se utilizó el servicio de *Lighthouse* que está disponible en la plataforma “Tools for Web Developers” de la empresa Google LLC. *Lighthouse* es una herramienta automatizada de código abierto diseñada para evaluar la calidad de una aplicación web, la cual ejecuta una serie de pruebas en la página, y genera un informe sobre el rendimiento de la misma. El objetivo general de esta acción es ofrecer una auditoría de extremo a extremo de todos los aspectos de la calidad de la aplicación web [11].



Copyright © GMM, 2018

Fig.7 Gráfico del monitoreo de variables del SADNI-4.0.

La herramienta *Lighthouse* hace verificaciones automatizadas y obtiene los puntajes sobre cinco aspectos clave; el rendimiento, la aplicación web progresiva, la accesibilidad, las mejores prácticas y la optimización en motores de búsqueda (SEO por sus siglas en inglés). Estos cinco factores se califican en puntajes entre 0 y 100, donde 0 es el puntaje más bajo posible; 100 es el mejor puntaje posible, que representa el percentil 98, propio de un sitio de alto rendimiento, en tanto una puntuación de 50 representa el percentil 75, siendo todavía aceptable. Para términos prácticos la evaluación se refleja en un color del tablero sobre los siguientes rangos:

- 0 to 44 (rojo): Resultado pobre.
- 45 to 74 (anaranjado): Valor promedio.
- 75 to 100 (verde): Buen desempeño

A continuación se describen los parámetros de rendimiento considerados en esta evaluación mediante la herramienta *Lighthouse* [12]:

Rendimiento: para ello se consideran seis indicadores como; tiempos de carga de la primera imagen de contenido y la primera imagen significativa, la interactividad, los índices de velocidad y latencia.

Aplicación web progresiva (PWA): las aplicaciones tradicionalmente se vinculan con dos extremos, las Web que son independientes al dispositivo y sólo requieren de un navegador y conexión a Internet; y las nativas que están desarrolladas específicamente para un sistema operativo, se instalan y operan en un equipo y pueden funcionar de manera autónoma. Las PWA

están en un punto intermedio entre las dos anteriores, operan básicamente en la Web pero mediante *Service Workers* y otras tecnologías adquieren un comportamiento parecido a las aplicaciones nativas [13]. En este aspecto *Lighthouse* aplica once indicadores que incluyen mediciones de trabajo fuera de línea, redireccionamiento http, carga de pantalla de bienvenida, ancho de contenido y operación del *Service Workers*, entre otros.

Accesibilidad: a diferencia de las auditorías de rendimiento que otorgan puntaje parcial, las de accesibilidad sólo se evalúan en términos de todo o nada, dependiendo si se aprueba o no el criterio correspondiente, *Lighthouse* considera 35 indicadores para evaluar la accesibilidad, lo cuales corresponden a la existencia de etiquetas en las páginas y botones, contraste de colores, navegación dentro de la interfaz, entre otros indicadores.

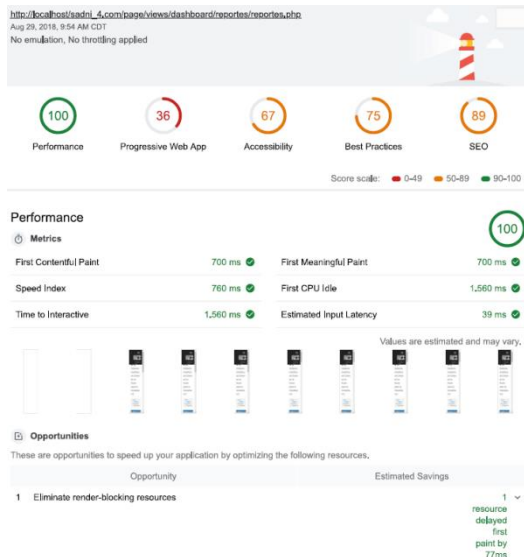


Fig.8 Reporte de resultado de la auditoría al sistema SADNI-4.0 mediante la herramienta *Lighthouse*.

Mejores prácticas: corresponden a características técnicas aplicadas en el software, las cuales contribuyen a una adecuada y segura operación, se manejan 16 indicadores entre los que están el uso de protocolos seguros, librerías no vulnerables, la no mutación de eventos, o el control para la visualización correcta de imágenes.

Optimización en motores de búsqueda (SEO): es un proceso mediante el cual se evalúan aspectos de la aplicación, con el objetivo de mejorar la visibilidad de la misma en diferentes buscadores. Se usan 10 indicadores entre los que están; que la aplicación tenga

meta-datos, título, fuentes legibles, textos descriptivos, entre otros.

Cabe señalar que *Lighthouse* tiene auditorías automatizadas para numerosos requisitos, pero algunos deben evaluarse de manera manual.

En la Fig. 8 se muestra un reporte de auditoría realizado al sistema SADNI-4.0 mediante la herramienta *Lighthouse*. En la parte superior están los resultados finales de los cinco factores evaluados, posteriormente se detalla cada uno de ellos. Por ejemplo, en la misma figura se muestran las métricas de rendimiento, seguida de una línea de tiempo donde se visualiza gráficamente el arranque de la aplicación, seguido de una lista de sugerencias de mejora que pueden aplicarse.

Al ser una aplicación con fuerte influencia externa debido a las condiciones de la red, a los dispositivos de adquisición de datos y equipos de proceso y visualización (servidor y móvil), el desempeño observa algunas variaciones en pruebas realizadas en diferentes momentos. Se aplicó un banco de pruebas con la idea de tener una evaluación más objetiva, obteniéndose los resultados presentados en la tabla 2.

Tabla 2 Resultados de desempeño obtenidos.

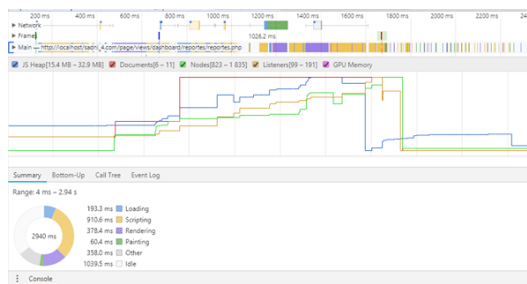
Factor	Resultado promedio
Rendimiento	95.3
Aplicación Web progresiva (PWA)	35.8
Accesibilidad	67.3
Mejores prácticas	74.8
SEO	88.8

De todos los factores solamente lo que corresponde a PWA fue el que quedó en niveles bajos, sin embargo, al tratarse de una aplicación cuyo interés principal es el proceso y presentación de datos en la nube (trabajo en línea), el que la auditoría marque que las características PWA no están en rangos aceptables tiene un reducido impacto.

Aunque en este primer desarrollo la operación es limitada a una fase de operación bajo entorno controlado, el banco de conocimiento y la experiencia obtenida permite vislumbrar nuevas aplicaciones con mayores prestaciones operativas, procurando que el paquete tecnológico en futuras versiones subsane los problemas técnicos propios de prototipos armados en tabletas de experimentación electrónica.

IV. CONCLUSIONES

El desarrollo de prototipos como el mostrado en este artículo implica no sólo el hecho de que operativamente funcionen, sino también que tengan un rendimiento aceptable ya que generalmente los dispositivos de visualización pueden tener características muy diversas y una limitada cantidad de recursos, en especial de almacenamiento (principal y secundario) así como de proceso de datos.



En la Fig. 9 se muestran las gráficas de uso de diferentes recursos durante el arranque inicial de la aplicación SADNI-4.0, obtenida mediante la herramienta de auditoría del navegador Google Chrome. La imagen presenta una línea de tiempo (eje horizontal) y el nivel de utilización de diferentes recursos como: el nodo (línea verde), escuchantes (amarilla), memoria (azul) y documentos (roja).

En este caso en el extremo izquierdo es el punto de inicialización de la aplicación, durante la fase de arranque los aspectos monitoreados tienen un incremento significativo de actividad (punto medio), volviendo eventualmente a niveles bajos de actividad una vez que la aplicación ha arrancado (lado derecho). Se distingue que el uso de memoria (línea azul) continúa un breve momento con un uso moderado, que posteriormente se reduce, lo cual es el comportamiento deseado de una aplicación. Sería inadecuado que el uso de recursos siga en niveles altos una vez que la aplicación está ya en operación.

Ahora bien, debe considerarse que los datos e información almacenada en la nube dan la oportunidad de generar estrategias de innovación y competitividad para la formación de capital humano de alto nivel internacional, así como establecer estrategias de vinculación con la visión de la industria 4.0, con la tendencia hacia el uso y aplicación de conceptos como la Inteligencia de Negocios, trabajo en la nube, Big Data y otras estrategias innovadoras, en pro de lo

que hoy ya se denomina la Cuarta Revolución Industrial.

De esta manera, es necesario considerar realizar una reingeniería a los procesos de asimilación y desarrollo de competencias en tecnologías, para que formalmente se prepare a los estudiantes del nuevo milenio para las tendencias globales que ya son una realidad en pleno desarrollo y evolución.

Respecto al ámbito técnico, el proyecto se ha desarrollado bajo un esquema de modelo de utilidad, en el cual se integran de manera novedosa diferentes componentes tecnológicos existentes, en donde la principal labor intelectual ha sido el diseño, desarrollo e integración de los elementos e enlace, de manera que la proyección futura es incursionar en desarrollo de tecnología propia para sustituir componentes adquiridos por otros realizados expreso para las necesidades y con los parámetros de operación requeridos.

Actualmente se está desarrollando prototipos para el proceso de monitorización de mesas de prueba de componentes eléctricos de la industria automotriz con los mismos principios expuestos, considerando las oportunidades que pueden derivarse del análisis de los datos almacenados, los cuales mediante la aplicación de diferentes herramientas como la minería de datos, son fuentes potenciales de información que permiten detectar patrones específicos y detalles causales con una amplia variedad de aplicaciones.

REFERENCIAS

- [1] Davis, R. (2015). *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth*. Parlamento Europeo. Luxemburgo:
- [2] Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 3928-3937.
- [3] Shiyong Wang, J. W. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 158-168.
- [4] Belloch, C. (2012) Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia. [Online] Recuperado de <http://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA1.pdf>
- [5] Furht, B., & Escalante, A. (2010). *Handbook of Cloud Computing*. Springer Science+Business Media.
- [6] Petters, S.M. (2007). Real time systems. *Nicta. Australian Research Council*.
- [7] Burns, A. & Wellings, A. (2001). *Real-Time Systems and Programming Languages* (Third Edition). Addison-Wesley.
- [8] Kendall, K. & Kendall, J. (2011). *Análisis y Diseño de Sistemas*. 8ª ed. México: Pearson.

- [9] Hernandez-Sampieri, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.). México: Mc Graw Hill.
- [10] Shiyong Wang, J. W. (2016, june). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 158-168.
- [11] Google LLC (2017, Octubre 25). *Auditar apps web con Lighthouse*. [sitio web]. Recuperado de <https://developers.google.com/web/tools/lighthouse/?hl=es>
- [12] Google LLC (2018, may). *Lighthouse v3 Scoring Guide*. [sitio web]. Recuperado de https://developers.google.com/web/tools/lighthouse/v3/scoring#top_of_page
- [13] Ramírez, I. (2018, abril 16). ¿Qué es una Aplicación Web Progresiva o PWA? [Sitio web]. *Xataka Basics*. Recuperado de <https://www.xataka.com/basics/que-es-una-aplicacion-web-progresiva-o-pwa>