

IMPLEMENTACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN UNA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA PARA LOS PROCESOS DE MANUFACTURA EN COCINAS DOMÉSTICAS

IMPLEMENTATION OF INCREASED REALITY IN AN ELECTROHYDRAULIC PRESS FOR MANUFACTURING PROCESSES IN DOMESTIC KITCHENS

Milton Patricio Camacho Heredia ^{1*}

¹ Investigador externo. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización. Riobamba, Chimborazo Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7197-5305>. Correo: milton_camacho96@hotmail.com

Ximena Estefanía Paz Llerena²

² Investigador externo. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización. Riobamba, Chimborazo Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3766-8106>. Correo: pazxime38@gmail.com

Jonathan Javier De La Cruz De La Cruz³

³ Investigador externo. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización. Riobamba, Chimborazo Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7781-561X>. Correo: jonathan.jddlc75@gmail.com

Diego Ramiro Ñacato Estrella⁴

⁴ Ingeniero en electrónica control y redes industriales. Magister en Sistemas de Control y Automatización Industrial. Docente. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7233-9076>. Correo: diego.nacato@esepoch.edu.ec

* Autor para correspondencia: pazxime38@gmail.com

Resumen

La base de este proyecto es el diseño y desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada. La aplicación ha sido desarrollada en el software libre UniteAR y tiene como objetivo reducir los tiempos de parada enfocada al área de mantenimiento preventivo de la prensa electrohidráulica para los procesos de manufactura en cocinas domesticas; el fin de la aplicación es disminuir los tiempos de parada debido a los mantenimientos correctivos y/o preventivos de la prensa electrohidráulica, además, el técnico encontrara

información del instrumento a reemplazar y la guía de las tareas que debe desarrollar. La implementación de la aplicación está enfocada en los equipos identificados como críticos, puesto que los tiempos de parada de dichos equipos generan tiempos muertos, paradas en los procesos, los cuales generan una baja eficiencia de la maquinaria.

Palabras clave: Realidad aumentada; mantenimiento preventivo; mantenimiento correctivo; tiempos muertos.

Abstract

The basis of this project is the design and development of an augmented reality mobile application. The application has been developed in the free software UniteAR and aims to reduce downtime focused on the area of preventive maintenance of the electrohydraulic press for manufacturing processes in domestic kitchens; the purpose of the application is to reduce downtime due to corrective and/or preventive maintenance of the electrohydraulic press, in addition, the technician will find information of the instrument to be replaced and the guide of the tasks to be performed. The implementation of the application is focused on the equipment identified as critical, since the downtime of such equipment generates downtime, stoppages in the processes, which generate a low efficiency of the machinery.

Keywords: Augmented reality; Preventive Maintenance; Corrective maintenance; dead times.

Fecha de recibido: 25/11/2022

Fecha de aceptado: 12/01/2023

Fecha de publicado: 26/01/2023

Introducción

La realidad aumentada o más conocida como RA, adquiere reconocimiento a nivel mundial a principios del año 1990, cuando la nueva tecnología de ordenadores con procesamiento rápido, técnicas de lectura de imágenes en tiempo real y el seguimiento de sistemas de precisión, agrupan diferentes imágenes que son generadas por un ordenador sobre el mundo real que percibe un ser humano. En la vida real existen muchas aplicaciones domesticas e industriales, que nos brinda una gran cantidad de información valiosa sobre los diferentes objetos que nos rodean, por lo que la realidad aumentada nos brinda una gran respuesta o un medio para mezclar, agrupar, combinar dicha información de un objeto en particular. Como resultado, muchos diseños creados por ingenieros, arquitectos y diseñadores se pueden ver en el mismo lugar físico donde se desarrollaron en el mundo real (Basogain et al., 2007).

En la presente investigación se va a tener como reto principal la implementación de la realidad aumentada a una prensa hidráulica para los procesos de manufactura de cocinas de inducción, por lo que se debe de tener en cuenta que la realidad aumentada es similar a la realidad virtual que si está mucho más avanzada en su tecnología. Algunas características más relevantes que se debe de tomar en cuenta es que la visión del ser

humano es en 2D y 3D incluyendo así modelos virtuales gráficos. La principal característica de la realidad aumentada es que no reemplaza al mundo real por uno visual, sino que mantiene la visión real del usuario y completándola con información virtual superpuesta en la visión real, por lo que, el usuario no va a perder la visión real de lo que pasa a su alrededor, sino que va a ver información primordial superpuesta de un objeto determinado, en este caso en una prensa para procesos de fabricación de cocinas de inducción.

Hay tres formas de implementar la realidad aumentada: computadoras tradicionales, pequeños dispositivos móviles y algunos dispositivos de realidad aumentada. Gestión de realidad aumentada en TI tradicional. Una cámara conectada a un dispositivo informático digitaliza la imagen grabada y la combina con otras capas de datos, imágenes fijas o imágenes animadas, texto y/o sonido. Esta información la agrega un software que selecciona documentos específicos de bases de datos privadas o accede a datos de Internet. Una pantalla que muestra el proceso de composición. La imagen capturada real y los datos de pila sincronizados en tiempo real, como el tamaño y la posición, se muestran de forma sincrónica. Los objetos virtuales deben estar perfectamente alineados con los objetos reales y sus posiciones. Esto se debe a que pequeños errores de orientación pueden causar desviaciones significativas (Cadavieco et al., 2012).

- Gestión de la realidad aumentada en dispositivos móviles. Los dispositivos móviles avanzados son pequeños miniordenadores con cámaras fotográficas móviles integrados. Esto le permite reproducir los efectos de la realidad aumentada y mostrar los resultados de la realidad aumentada en la pantalla de su dispositivo.
- Gestión de la realidad aumentada en dispositivos específicos. En algunos casos, existen ciertos dispositivos de imagen y visión integrados en anteojos especiales que permiten a los usuarios ver la realidad a través de lentes y superposiciones y mostrar otra información gráfica.

Para la creación de la realidad aumentada de la presente investigación se decidió desarrollarla en un dispositivo móvil inteligente, debido a que se necesitan ciertas características esenciales para que se pueda complementar con la información superpuesta en la imagen o en la vida real, además que es más fácil su portabilidad y a la potencia del procesador (Mar et al., 2020). Se debe tener una cámara integrada en el dispositivo móvil para que nos pueda dar imágenes de la visión real del usuario, en este caso nos va a dar la vista de la prensa.

La información superpuesta que puede brindar la realidad aumentada es la siguiente: qué tipo de prensa es la que se va a reflejar; en este caso es una prensa electrohidráulica, el tiempo máximo en el que se necesita mantenimiento, la cantidad de piezas prensadas, el próximo mantenimiento preventivo, los filtros que debe tener la prensa, además nos brindara cierta información de los componentes que tiene la prensa electrohidráulica.

Se diseñará la realidad aumentada en el software libre de programación Unity, debido a que es ampliamente utilizada en aplicación con RA y también existen paquetes disponibles como AR Kit, Google AR Core y herramientas AR. Estos paquetes incluyen ciertos códigos que vinculan la cámara Ra. La manipulación del entorno virtual en el entorno real creara un nuevo entorno de visualización de datos y monitoreo de la prensa para una mejor eficiencia.

El Objetivo General definido es implementar una aplicación de realidad aumentada en una prensa electrohidráulica para los procesos de manufactura en cocinas domésticas. Este objetivo fue desagregado en los siguientes Objetivos Específicos:

- Realizar una revisión bibliográfica referente al principio de funcionamiento y evaluación del estado técnico inicial de la presa electrohidráulica automática.
- Realizar la programación y el desarrollo de la realidad aumentada en el software libre UniteRA.
- Diseño e Implementación para la repotenciación de la prensa electrohidráulica con la tecnología de la realidad aumentada.
- Validación y funcionamiento de la aplicación de realidad aumentada en la prensa electrohidráulica automática.

Marco teórico

A. Prensa Electrohidráulica

Principios básicos:

Las prensas electrohidráulicas automáticas para el embutido de cocinas domésticas son bastante útiles, nos permiten mejorar la calidad del producto, brindar seguridad al operario, optimizar el tiempo, materia prima, y reducir los precios de producción permitiendo al producto ser más competitivo en el mercado.

Principio de funcionamiento:

Según el Ec.1, que establece que, independientemente de la forma del receptor, cualquier fuerza aplicada a un fluido hace que se transfiera uniformemente en todas las direcciones a través del fluido, las prensas hidráulicas son mecanismos basados en este principio. Así como se observa en la figura 1.

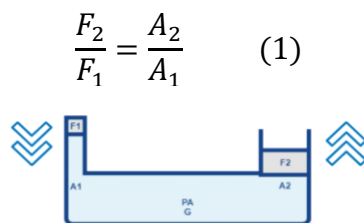


Figura 1. Funcionamiento de la prensa hidráulica.

La prensa hidráulica es un sistema cerrado de fluidos que utiliza la fuerza para aplicar presión. Se basa en dos cilindros de distinto tamaño llenos de líquido (que pueden estar llenos de agua o aceite) que se cierran con pistones y se conectan mediante un tubo llamado conducto hidráulico. Una fuerza aplica presión a la ciliar más pequeña y transfiere esa presión a todas las zonas del líquido. El resultado es una fuerza ascendente sobre el pistón opuesto más grande. La fuerza se utiliza para trabajar con diversos materiales. Esto permite a la prensa conseguir fuerzas muy potentes aplicando una presión baja.

Prensa de tipo H:

La producción de discos, rines y cerradura anillo utiliza prensas hidráulicas tipo H para los procesos de formación, aplanado, expansión, punzonado, alimentación y otros. Según las características de la máquina, también se utilizan para aumentar la fuerza, la obturación (un tipo opcional de amortización), el doblado, la extrusión en frío y otros procesos de empuje del material simplemente cambiando las diferentes herramientas, como se muestra en la figura 2.

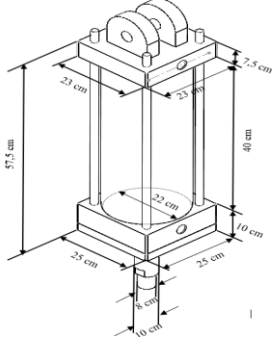


Figura 2. Prensa hidráulica de estructura H.

Características técnicas de la prensa electrohidráulica automática tipo H.

Tabla 1. Estado técnico de la prensa electrohidráulica automática.

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO				
Nombre	Prensa electrohidráulica			
Código	PEH-001			
Marca	S/M			
Modelo	S/M			
Nº de serie	S/N			
Año de fabricación	2000			
Condición actual	OPERATIVO			
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO				
Sistema de alimentación	Eléctrico 220 v	DATOS		
Bomba	2200 PSI	Alto	Ancho	Largo
Motor	5HP/220 V – 60 HZ-1740 RPM	215 cm	80 cm	150 cm
Válvula centro cerrado	4/3	DIMENSIONES DEL CILINDRO		
Filtro de retorno	SF-6510			
Tanque de aceite 45x40x80				
Capacidad 28 toneladas				
Aceite HLP 46				

Sistema de control 220 V		
INFORMACIÓN		
Manuales	SÍ	NO
	X	
Planos	SÍ	NO
	X	
Repuestos	SÍ	NO
	X	
CONDICIONES GENERALES		
Actividad	Embutir las cocinas de dos quemadores y prensar el sello de las cocinas de dos quemadores	
Años de servicio	4	
Situación actual	Operativo	
Observación	Falta de limpieza y mantenimiento	
Criticidad	Crítico	

B. Realidad Aumentada

La realidad aumentada es un sistema que interactúa con el usuario simulando un entorno real en un entorno ficticio. Este tipo de sistemas generan una sensación de que lo que está ocurriendo es real, aunque no lo sea (Padilla et al., 2019). La realidad virtual es, básicamente, una técnica fotográfica de 360 grados, que permite movimientos y desplazamientos tanto verticales como horizontales, ofreciendo libertad absoluta de acción, lo que genera una amplia sensación de realismo en el usuario mediante una estimulación de los cinco sentidos (Pérez et al., 2021).

Captación de escenario: Encontrar la situación que se quiere ampliar es una de las tareas más cruciales en cualquier sistema de realidad aumentada. Los dispositivos de captura de imágenes son dispositivos físicos que capturan la realidad que se quiere ampliar. Existen básicamente dos formas de llevar a cabo este proceso: dispositivos video- through y dispositivos see- through.

Identificación de escenas: Consiste en determinar qué escena física del mundo real quiere realzar el usuario con información digital. En esencia, hay dos formas de llevar a cabo este proceso: con y sin el uso de marcadores.

Mezclado de realidad y aumento: Una vez descrito el proceso de identificación de escenas, el siguiente paso que tiene lugar en los sistemas de realidad aumentada es superponer la información digital que se ampliará sobre la escena del mundo real capturada. Es importante señalar que esta información digital ampliada puede incluir aspectos visuales, auditivos o táctiles, mientras que la mayoría de los sistemas de realidad aumentada sólo proporcionan información visual (García et al., 2020).

Visualización: Visualiza la escena real mientras utiliza la información de aumento. Sin este procedimiento, la realidad aumentada no tendría razón de ser.

Reconocimiento visual: Consiste en extraer la información necesaria para identificar la escena genuina que se desea ampliar a partir de las imágenes que recibe el dispositivo del usuario. En el mundo de la realidad aumentada, cabe distinguir dos tipos de técnicas de identificación: el reconocimiento automático de escenas mediante técnicas de visión artificial y el reconocimiento de marcadores específicos predeterminados y conocidos por el sistema.

Identificación por posicionamiento: Esto se hace estimando la posición y orientación del usuario y averiguando qué está mirando en consecuencia. Esta suele ser la solución más completa en la mayoría de las aplicaciones móviles de realidad aumentada.

Plataformas móviles: En los últimos años ha aumentado notablemente el número de plataformas de software diseñadas para dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y PDA, así como las prestaciones que ofrecen estas plataformas. En la actualidad, estas plataformas están más cerca de los sistemas operativos convencionales que de las interfaces de usuario directas para recursos de dispositivos móviles (Rebaque et al., 2021).

C. Software

Es importante señalar que la realidad aumentada no está restringida a los usuarios de ordenador, por lo que se ha desarrollado una aplicación para teléfonos móviles.

UniteAR: Es un framework para el desarrollo de videojuegos 2D y 3D realizado por la empresa Unity Technologies. Es software libre.

Materiales y métodos

Arduino Uno: Esta es una placa electrónica, que permitirá realizar el procesamiento de datos, a través de una comunicación Modbus, con el PLC delta, para extraer los datos de la cantidad de piezas que se han prensado, conjuntamente con la hora de inicio y fin de cada proceso, esta información será enviada a la placa de comunicación hacia el internet (Cornelio et al., 2021).



Arduino ethernet shield W5100: Es una herramienta que permite conectar el Arduino a internet a través de una red LAN, además cuenta con opciones de incluir una tarjeta SD para almacenar los datos y el conector ethernet, donde cuyas librerías se encuentran en ID de Arduino, la función de esta herramienta es la de llevar los datos a así la nube de UniteAR, que a su vez permitirá enviar una notificación para el cambio del filtro de retorno.



Switch: El switch es un elemento fundamental dentro de la conexión del Arduino conjuntamente con el PLC, y mediante la comunicación modbus se realizará la comunicación entre estos dos elementos mediante RS 232.



Módulo RS232: Es una herramienta que no permite realizar la comunicación modbus a través del puerto RS232, permitiendo comunicar el microcontrolador con el PLC, así como realizar la adquisición de datos. Cabe mencionar que su comunicación es fiull dúplex, para el envío y recepción de datos de forma simultánea.



Estado técnico inicial de la prensa electrohidráulica automática

Para determinar el estado inicial de la prensa electrohidráulica se realizó el análisis técnico de la parte mecánica, eléctrica y electrónica que componen la prensa electrohidráulica automática, el estado técnico inicial referente a la parte mecánica de la prensa electrohidráulica se encuentra en un 95%, seguido al evaluar el circuito hidráulico se llegó a determinar un estado técnico inicial de un 92% y finalmente referente al circuito eléctrico de control se encuentra al 98%, una vez realizada la evaluación técnica inicial de cada sistema que compone la prensa electrohidráulica automática se procede a determinar el estado general inicial.

Tabla 2. Estado técnico inicial del sistema mecánico, hidráulico y eléctrico.

Mecánico	95
Hidráulico	92
Eléctrico	98
TOTAL [%]	95

El estado inicial de la prensa electrohidráulica automática se encuentra en un 95%, este es un estado técnico inicial “muy bueno” por lo que no requiere ningún tipo de mantenimiento, a partir de esta evaluación se procede a iniciar con la implementación de la realidad aumentada, Tomando en cuenta los datos que nos proporciona el Circuito de control, como son el número total de piezas prensadas y el tiempo, así como el estado inicial de los sensores de posición y barrera de seguridad.

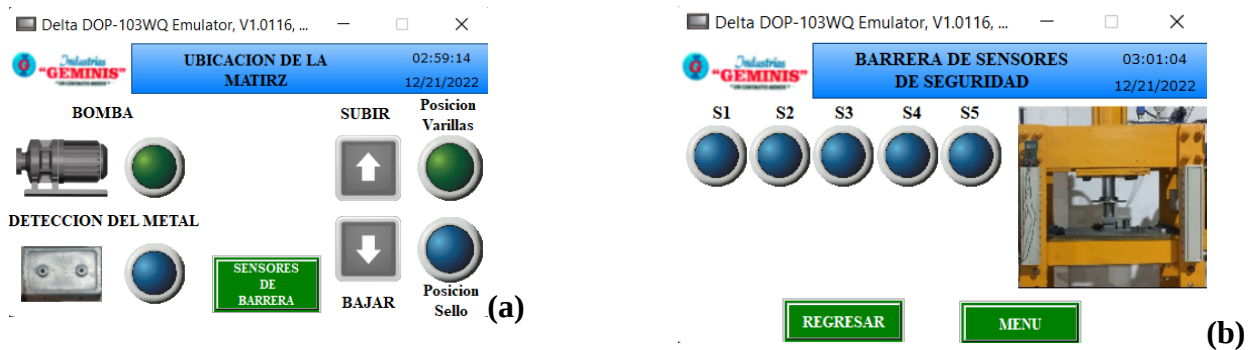


Figura 3. HMI de la prensa electrohidráulica automática.

Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema

A continuación, se muestra el diagrama de flujo que puede operar el usuario en su dispositivo móvil para ver el contenido de la aplicación y llegue a interactuar con el sistema-usuario.

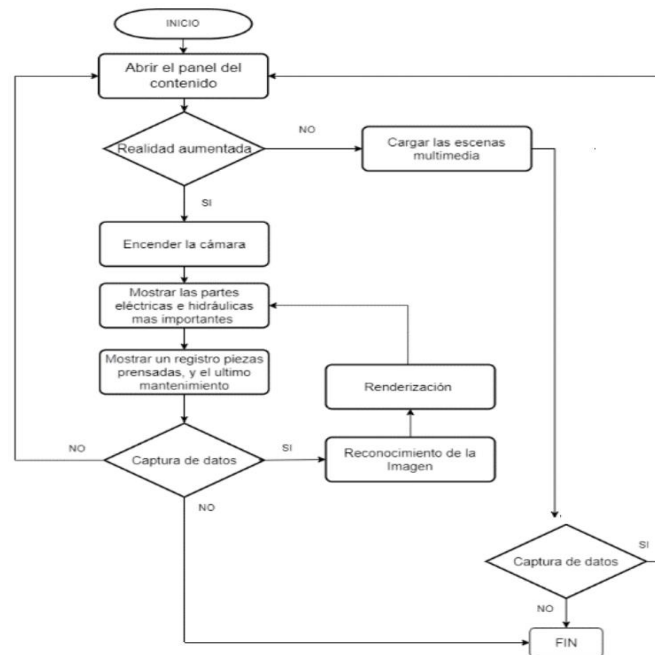


Figura 4. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.

En la representación de las partes eléctricas e hidráulicas más importantes de la prensa electrohidráulica automática, se dará a conocer el nombre de los sensores de posición para cada matriz de trabajo, así como su componente de seguridad para la detección de las extremidades superiores del operario, por otro lado, al enfocar la cámara sobre la unidad de poder hidráulico se mostrará el nombre de los componentes hidráulicos, así como el tiempo para el cambio del filtro de retorno (Mar Cornelio, 2019). Como parte de las opciones de la aplicación se podrá observar un registro del número de piezas prensadas, así como el último mantenimiento dado a la prensa.

Concepción de la interfaz de realidad aumentada

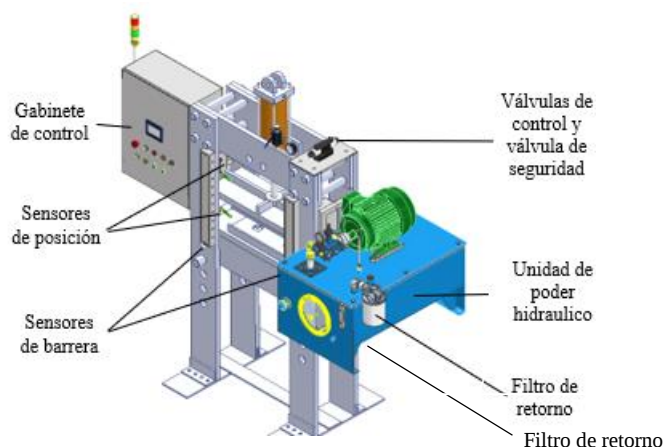


Figura 5. Concepción grafica de lo que se desea mostrar con la realidad virtual.

Sensores de posición: Mediante la aplicación de realidad aumentada se observará los sensores de posición, tal como se muestra en la interfaz HMI, existen sensores que trabajan con la matriz para prensar el logo de la empresa, también hay sensores que nos permitirán detectar la posición de la matriz para doblar las varillas, además hay la presencia de los finales de carrera que nos permiten detectar la posición de la matriz para el embutido de las cocinas domésticas. Esto permitirá al operario identificar de forma rápida los diferentes sensores que componen la prensa electrohidráulica, así como la matriz a la cual va destinado.

Unidad de poder hidráulico: Al enfocar la cámara del dispositivo sobre la unidad de poder hidráulico se mostrará los nombres de los componentes como son el motor trifásico, bomba hidráulica, tanque de aceite y filtro de retorno, de todos estos elementos se muestra un elemento que debe ser cambiado dependiendo un cierto tiempo de trabajo, que es el filtro de retorno aquí la aplicación mostrara un mensaje mencionando el tiempo en el cual debe ser cambiado el filtro.

Registro de piezas prensadas: En la aplicación se mostrar un apartado que permitirá al usuario observar el número de piezas prensadas, así como el tiempo total, a partir de estos datos proporcionados por el sistema de control y mediante le registro se llegara a determinar el tiempo e cambio del filtro de retorno que es el

elemento más crítico dentro de la unidad de poder hidráulico que constantemente hay que cambiar dependiendo de cómo vaya trabajando la prensa.

Registro de mantenimiento: Finalmente se mostrará un registro del último mantenimiento que se ha dado a la prensa electrohidráulica automática.

Aplicación Unitear

Es una tecnología futurista de realidad aumentada, gratuita, para hacer aprendizaje automático, lectura arte, entretenimiento, entre otros, la aplicación se desarrollará en esta plataforma, gracias a sus prestaciones, rápido desarrollo combinando y registrando el elementos virtuales y físicos.

Resultados y discusión

Desarrollo de la realidad aumentada en la aplicación Unitear

A partir del diagrama de flujo del funcionamiento del sistema, se desarrollará mediante la aplicación en UniteAR la realidad aumentada para ello se ha seleccionado tres vistas diferentes de la prensa electrohidráulica automática, donde se puede observar desde la parte frontal los sensores de posición, barrera de seguridad y gabinete de control, desde la vista lateral izquierda se puede observar el sistema hidráulico de la prensa para ello se puede observar la unidad de poder hidráulico, la válvulas y filtro de retorno, que es elemento que requiere de cambio cada 500 horas de trabajo, a continuación en la figura 7 se observa el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada, misma que será de gran ayuda para el operario, ya que permitirá ubicar de mejor forma los sensores y demás elementos de la parte eléctrica mecánica e hidráulica únicamente enfocando la cámara del teléfono hacia la prensa electrohidráulica automática.

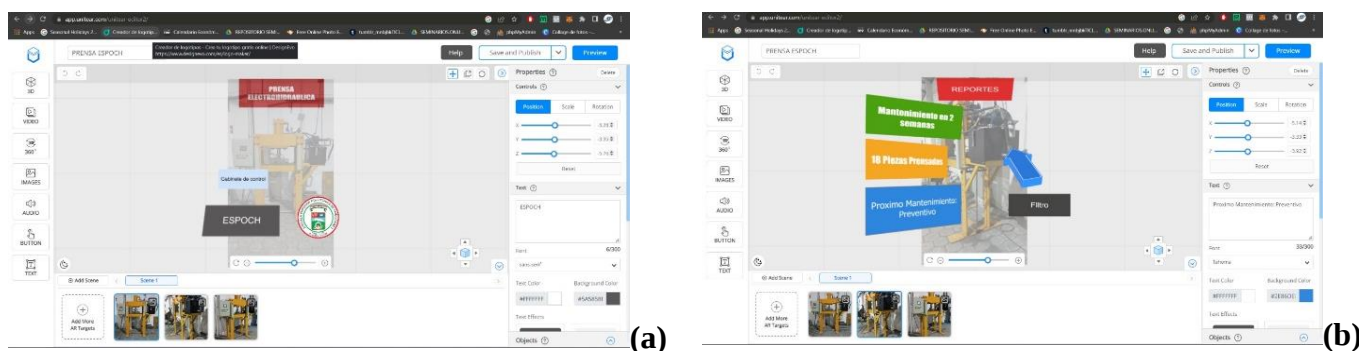


Figura 6. Desarrollo de la realidad aumentada en el Software UniteAR.

Una vez finalizado el desarrollo de la aplicación y subida a la nube se procede a desarrollar las respectivas pruebas de funcionamiento enfocando con la cámara del celular la prensa electrohidráulica, permitiendo al operario ubicar de mejor forma los sensores de posición, barrera de seguridad y sistema hidráulico.

Prensa electrohidráulica automática con Realidad Aumentada

Una vez determinado el estado inicial de la prensa electrohidráulica automática y definida la concepción del programa, se procede a desarrollar la aplicación de realidad aumentada en UniteAR, donde se mostrará los sensores de posición, sensores de barrear, circuito hidráulico, dando a conocer las partes más importantes de la prensa electrohidráulica y que requieren mantenimiento o cambios en determinados periodos de trabajo, a continuación, se presenta la implementación de realidad aumentada.



Figura 8. Implementación de la realidad virtual aplicado a la prensa electrohidráulica automática.

Conclusiones

La evidencia que se presentó anteriormente demuestra que la realidad aumentada es una tecnología que se presenta como una opción dentro de la industria y que constituye una herramienta considerable a la hora de elegir como visualizar la información, además, que beneficia al operador tener una nueva percepción de la información del mundo real con la información del mundo digital, contribuyendo a enriquecer la apreciación de la realidad. Según los datos expuestos, se confirma que la implementación de la realidad aumentada en una prensa electrohidráulica manifiesta una gran cantidad de información relevante, que tiene como finalidad dar mantenimiento a la prensa para tener un correcto funcionamiento y que el producto final sea de buena calidad.

La realidad aumentada permite al operario identificar de mejor forma los sensores de posición cuando necesita realizar los diferentes tipos de trabajo, ya sea para prensar el sello de la empresa, doblar las varillas o embutir las cocinas de dos quemadores, siendo estas las funciones que realiza la prensa electrohidráulica automática, así también permite al operario verificar y distinguir con facilidad los elementos del sistema hidráulico que requieren cambios como lo es el filtro de retorno.

La aplicación fue desarrollada en el software libre UniteAR, el cual es un software con una interfaz amigable para el usuario, esto permite poder posicionar la parte frontal los sensores de posición, barrera de seguridad y gabinete de control, las válvulas y filtro de retorno, que es elemento que requiere de cambio cada 500 horas de trabajo. Por tal motivo la prensa electrohidráulica proporciono de manera correcta los datos que se

muestran en la realidad aumentada, por lo que, se tiene una mayor seguridad al momento de realizar el mantenimiento de la máquina.

Recomendaciones

La realidad aumentada te permite observar imágenes y objetos que existen en la realidad y que son obtenidas a través de un software de realidad virtual, por lo que, para obtener la ubicación de los componentes de la prensa se tiene que conocer la ubicación de las mismas, para así poder colocar imágenes virtuales que se superponen a la realidad observada, dando la impresión de ser reales. El tipo de información debe de ser correcta debido a que esto se mostrara en la realidad aumentada, que ayudara a tener un mejor rendimiento y una buena interacción con el operario y la máquina.

Para que la aplicación de realidad aumentada funcione correctamente es necesario que la empresa cuente con conectividad a internet, ya que la misma al ser una empresa artesanal, no requiere almacenar datos en la nube, sino reducir los tiempos de producción, incrementando la calidad del producto final. Tener una idea clara de las diferencias que existen entre la realidad aumentada y la realidad virtual, para que desde esas bases se comience a desarrollar las diferentes tecnologías.

Referencias

- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU*. <https://www.academia.edu/download/36849026/6CFJNSalrt.pdf>
- Cadavieco, J. F., Sevillano, M. Á. P., & Amador, M. F. M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*(41), 197-210. <https://www.redalyc.org/pdf/368/36828247015.pdf>
- Cornelio, O., Gulín González, J., & Santana Ching, I. (2021). Sistema de Laboratorios Remoto para las prácticas de control de la carrera de Ingeniería en Automática. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(2), 77-95.
- García, G. G., Jiménez, C. R., & Marín, J. A. M. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *Alteridad: revista de educación*, 15(1), 36-46. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7390919.pdf>
- Mar Cornelio, O. (2019). Modelo para la toma de decisiones sobre el control de acceso a las prácticas de laboratorios de Ingeniería de Control II en un sistema de laboratorios remoto.
- Mar, O., Gulín, J., Ivan Santana Ching, & Fonseca, B. B. (2020). Remote Laboratory System for Automatic Engineering. *International Journal of Wireless and Ad Hoc Communication*, 1(2), 55-63.
- Padilla, D. B., Vázquez-Cano, E., Cevallos, M. B. M., & Meneses, E. L. (2019). Uso de apps de realidad aumentada en las aulas universitarias. *Campus Virtuales*, 8(1), 37-48. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/download/379/303>
- Pérez, S. M., Robles, B. F., & Osuna, J. B. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/download/644/426>

Rebaque, B. R., Barrio, F. G., & Gértudix-Barrio, M. (2021). Análisis sistemático sobre el uso de la Realidad Aumentada en Educación Infantil. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*(76), 53-73. <https://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/download/2053/853>