



*Aplicación móvil orientada a la alineación de ejes de motores, en sistemas industriales y artesanales*

*Mobile application oriented to the alignment of motor shafts, in industrial and craft systems*

*Aplicação móvel orientada ao alinhamento de eixos de motores, em sistemas industriais e artesanais*

Vanessa Lorena Valverde-González <sup>I</sup>

[v\\_valverde@epoch.edu.ec](mailto:v_valverde@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-3501-8353>

Julio Eduardo Cajamarca-Villa <sup>II</sup>

[julio.cajamarca@epoch.edu.ec](mailto:julio.cajamarca@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-6568-6037>

Marco Antonio Haro-Medina <sup>III</sup>

[marco.haro@epoch.edu.ec](mailto:marco.haro@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-9634-1114>

**Correspondencia:** [v\\_valverde@epoch.edu.ec](mailto:v_valverde@epoch.edu.ec)

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

\***Recibido:** 21 de febrero de 2020 \***Aceptado:** 28 de marzo de 2020 \* **Publicado:** 26 de abril de 2020

- I. Magíster en Informática Educativa, Ingeniera en Sistemas Informáticos, Analista en Sistemas Informáticos, Docente en la Escuela Superior Politécnica Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Máster Universitario en Ingeniería Electromecánica, Ingeniero Electrónico, Docente en la Escuela Superior Politécnica Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa, Ingeniero Mecánico, Tecnólogo Mecánico, Docente en la Escuela Superior Politécnica Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

## Resumen

En el presente trabajo se ha desarrollado una aplicación para celulares (app), mediante un Framework JavaScript para dispositivos móviles JQuery Mobile, el Java Script asíncrono AJAX y la notación de texto JSON que es un JavaScript Object Notation, esta aplicación está orientada a la alineación de ejes de motores para la mediana y pequeña industria, considerando el gran auge que tiene el uso de teléfonos móviles en la actualidad y con el fin de abaratar costos y simplificar los cálculos que se deben realizar para la alineación, se ha diseñado una app que es muy amigable e intuitiva, para que pueda ser utilizada por cualquier persona con conocimientos mínimos de alineación, ingresando parámetros que nos permita conocer los valores de corrección de la alineación en la base del motor. Para validar su funcionalidad se ha realizado un comparativo con otros métodos existentes en el mercado, además se ha realizado una encuesta con una muestra de 60 personas, para ver su facilidad, confiabilidad, precisión, entre otras, que permita corroborar la viabilidad de usar esta aplicación.

**Palabras claves:** Alineación; eje; aplicación; software; mantenimiento.

## Abstract

In this work we have developed a mobile application (app), using a JavaScript Framework for mobile devices JQuery Mobile, the AJAX asynchronous Java Script and the JSON text notation which is a JavaScript Object Notation, this application is oriented to alignment of motor axles for the medium and small industry, considering the great boom that the use of mobile phones has today and in order to reduce costs and simplify the calculations that must be carried out for the alignment, an app has been designed that It is very friendly and intuitive, so it can be used by anyone with minimal alignment knowledge, entering parameters that allow us to know the alignment correction values at the base of the motor. To validate its functionality, a comparison has been made with other methods on the market, and a survey has been conducted with a sample of 60 people, to see its ease, reliability, precision, among others, to corroborate the feasibility of using this application.

**Keywords:** Alignment; axis; application; software; maintenance.

## Resumo

Neste trabalho, desenvolvemos um aplicativo móvel (aplicativo), usando uma estrutura JavaScript para dispositivos móveis JQuery Mobile, o Java Script assíncrono AJAX e a notação de texto JSON, que é uma Notação de Objeto JavaScript, esse aplicativo é orientado ao alinhamento de eixos de motores para a indústria de médio e pequeno porte, considerando o grande boom que o uso de telefones celulares tem hoje e para reduzir custos e simplificar os cálculos que devem ser realizados para o alinhamento, foi projetado um aplicativo que É muito amigável e intuitivo, podendo ser usado por qualquer pessoa com conhecimento mínimo de alinhamento, inserindo parâmetros que nos permitem conhecer os valores de correção de alinhamento na base do motor. Para validar sua funcionalidade, foi feita uma comparação com outros métodos existentes no mercado, e foi realizada uma pesquisa com uma amostra de 60 pessoas, para verificar sua facilidade, confiabilidade, precisão, entre outras, para corroborar a viabilidade de usar esse método. aplicação.

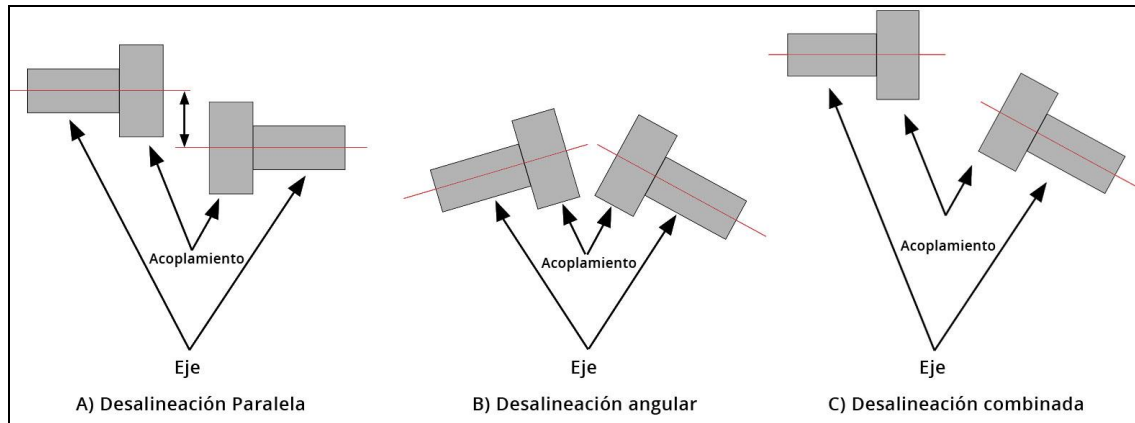
**Palavras-Chave:** Alinhamento; eixo; aplicação; software; manutenção.

## Introducción

Dentro de una empresa es vital mantener las máquinas en buen estado, tanto por la seguridad de los operadores, operatividad total, o reducción de costos por paros inesperados en los procesos productivos, esto conlleva a establecer planes de mantenimiento preventivo y predictivo en la empresa, como lo plantea (Sacristán, 2001) el mantenimiento industrial designa las técnicas que aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de la maquinaria productiva, sabiendo que dentro de una máquina el corazón de la misma son los motores (IGC, 2018). Al ser sistemas mecánicos suelen tener desalineación que pueden ser de diferentes tipos (Bautista & Guillermo, 2016)(Vinicio, Jara, Julián, & Rodríguez, 2014), causados por algunos factores como las vibraciones, esfuerzos externos generados por estructuras acopladas o la falla más común por errores humanos en el momento del montaje (Adolfo & Cortés, 2013), esta desalineación tiene efectos adversos en los motores, como el daño de rodamientos (Rodríguez, Rodríguez, & Rey, 2012), sellos mecánicos, ejes y acoples, rotura de tornillos de la base, rotura de los ejes por fatiga, etc. (Adolfo & Cortés, 2013) (EYSON AMU MOLINA, 2006), además de causar pérdidas energéticas (Timmer, Helinko, & Eskola, 2007) (Arturo Pedraza, 2011), que pueden generar un consumo en exceso de hasta del 15% más de la

energía normal requerida (Paitán, n.d.), teniendo como consecuencia un costo innecesario que debe asumir la empresa.

La desalineación de ejes (*Figura 1*) se presenta cuando los ejes acoplados no son colineales.



**Figura 1** Desalineación de ejes. Fuente: (DYNAMOX, n.d.)

Para la alineación de ejes se utilizan diferentes métodos(DCM., n.d.)(Easy-Laser, n.d.), los mismo que dependiendo del equipo utilizado variará los costos, por ejemplo se tienen alineación con sistema de relojes comparadores (*Figura 2*), que pueden oscilar entre los 45 US\$, o sistemas más sofisticados como la alineación láser (*Figura 3*) que tienen costos que van desde los 12.000 US\$ en adelante.



**Figura 2.** Relojes palpadores. Fuente: (BOHMAN, n.d.)



**Figura 3.** Alienador laser. Fuente:(Lugo Hermanos, n.d.)

El desarrollo de la app ha sido realizado pensando en brindar solución a estos problemas expuestos, por lo que el grupo de investigación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la Facultad de Mecánica de la Carrera de Mantenimiento Industrial propone el proyecto “Desarrollo de medios y equipos para la alineación de ejes de maquinaria industrial”, cuyo objetivo principal es “Desarrollar medios y equipos para la alineación efectiva de elementos de transmisión de maquinaria industrial mediante tecnologías alternas a la láser, que puedan ser ensamblados en el Ecuador y distribuidos a un valor relativamente bajo.”, el estudio completo se dará a conocer en posteriores publicaciones, mientras que en la presente nos centraremos en el desarrollo de la app, las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

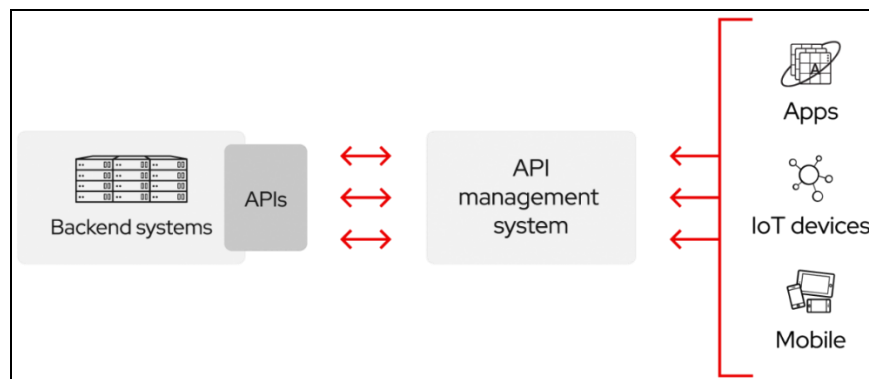
Una app o aplicación móvil es aquella destinada a sistemas de servicios móviles como tabletas, celulares, de fácil y rápida instalación, con un modo gráfico sencillo y amigable para plataformas como Android e iOS que es en las que nos basaremos para el desarrollo.

Android es una plataforma desarrollada por Google “es un sistema operativo móvil basado en Linux y Java que ha sido liberado bajo la licencia Apache versión 2. El sistema busca, nuevamente, un modelo estandarizado de programación que simplifique las labores de creación de aplicaciones móviles y normalice las herramientas en el campo de la telefonía móvil. Al igual que ocurriera con Symbian, lo que se busca es que los programadores sólo tengan que desarrollar sus creaciones una única vez y así ésta sea compatible con diferentes terminales. Google promete una plataforma de desarrollo gratuita, flexible, económica y simple en el desarrollo de aplicaciones, diferenciada de los estándares que ofrecen Microsoft o Symbian.” (Baz Alonso, Ferreira Artime, Álvarez Rodríguez, & García Baniello EPSIG, 2011). Mientras que la

plataforma iOS “iPhone OS es una versión reducida de Mac OS X optimizada para los procesadores ARM. Aunque oficialmente no se puede instalar ninguna aplicación que no esté firmada por Apple ya existen formas de hacerlo, la vía oficial forma parte del iPhone Developer Program (de pago) y hay que descargar el SKD que es gratuito. iPhone dispone de un interfaz de usuario realmente interesante, la única limitación es la cantidad de restricciones que tiene, aunque quizás Apple se dé cuenta que para triunfar mucho más es mejor liberar y dar libertad a su sistema. Aun cuando su tiempo de vida es corto ya copa casi el 7% del mercado.” (Baz Alonso et al., 2011).

El desarrollo de una aplicación móvil tiene los mismos inconvenientes de desarrollar una aplicación de software común, lo que se tiene que tomar muy en cuenta es que las aplicaciones móviles son de desarrollo rápido, mucha innovación y cambios frecuentes de hardware.

Para el desarrollo de varios sistemas se suele utilizar API, las mismas que según Munte (2019) indica que API es un conjunto de códigos y especificaciones con el fin de que las aplicaciones se enlacen o interactúen con otras. Simplificándolo, un sistema de comunicación entre las aplicaciones (**Figura 4**).



**Figura 4.** Comunicación de sistemas mediante API's. Fuente: (Red Hat, n.d.)

Las ventajas de hoy en día trabajar con APIs (Interfaz de programación de aplicaciones) es que las aplicaciones se pueden comunicar unas con otras y los desarrolladores no necesariamente tienen que programar desde lo más básico, sino que con la ayuda de las APIs ya se puede programar en aplicaciones de desarrollo existentes. Son en sí librerías con funciones y procedimientos ya preestablecidos.



### **Selección del Software: JQuery mobile, Json, Ajax.**

Es un Framework javaScript para el desarrollo rápido y fácil de sitios webs optimizados para teléfonos móviles. Con este framework, agilizaremos el desarrollo de aplicaciones, encapsulando muchas tareas comunes que se realizan cuando usamos el lenguaje JavaScript. (Guerrero, 2015)

“JSON (JavaScript Object Notation - Notación de Objetos de JavaScript) es un formato ligero de intercambio de datos. Leerlo y escribirlo es simple para humanos, mientras que para las máquinas es simple interpretarlo y generarlo. Está basado en un subconjunto del Lenguaje de Programación JavaScript, Standard ECMA-262 3rd Edition - Diciembre 1999. JSON es un formato de texto que es completamente independiente del lenguaje, pero utiliza convenciones que son ampliamente conocidos por los programadores de la familia de lenguajes C, incluyendo C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, y muchos otros. Estas propiedades hacen que JSON sea un lenguaje ideal para el intercambio de datos.

JSON está constituido por dos estructuras: Una colección de pares de nombre/valor. En varios lenguajes esto es conocido como un objeto, registro, estructura, diccionario, tabla hash, lista de claves o un arreglo asociativo. Una lista ordenada de valores. En la mayoría de los lenguajes, esto se implementa como arreglos, vectores, listas o secuencias”. (“JSON,” n.d.)

En la actualidad, la navegación por la red ha cambiado bastante y ahora cuando se realiza una solicitud, el cliente no debe esperar a que ésta termine para seguir operando, es decir, se reproduce de manera asíncrona. Es a partir de este concepto de donde nace las siglas de AJAX, o JavaScript y XML Asíncrono. Con esta tecnología podemos cargar en segundo plano varias solicitudes, como comentaba, sin que afecten a la visualización ni comportamiento de la página (Miró, 2017).

### **Metodología**

Por tener un tiempo de entrega muy corto, debido a las pruebas a realizar en el curso de capacitación, partimos de la metodología RAD (Desarrollo rápido de aplicaciones) (*Figura 5*) para el desarrollo de la aplicación móvil sobre el sistema operativo Android e iOS, que le permite al usuario un acceso rápido y simple. Es una metodología sencilla, secuencial tipo cascada. Propuesta hecha por James Martin en 1980, una metodología basada en el desarrollo y refinamiento de modelos de datos, modelos de procesos y la construcción de prototipos, usando

para ello procesos iterativos apoyados por herramientas CASE (Ingeniería Asistida por Computadora)(Campana, 2015).

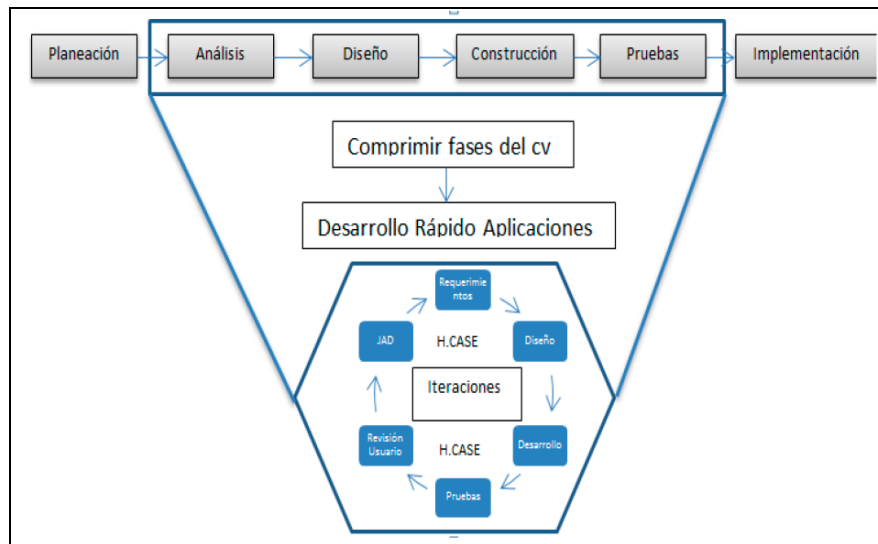


Figura 5. Metodología R.A.D. Fuente: (Campana, 2015)

### Aplicando la Metodología de RAD

Para la aplicación de la metodología, se realiza la planeación de los requerimientos, definiendo las características que deberá tener el software, según el público al cual se encuentra dirigido, y los objetivos que se persiguen con el mismo, para esto se realiza una encuesta a sesenta personas que manejarán el software comparando éste con otros que existen en el mercado.

Al ser un prototipo del proceso de investigación que se lleva a cabo, se han planteado unas fórmulas para la obtención de la cantidad de movimiento que se deberá hacer en la base del motor para la alineación de este, siendo estas:

$$A_A = \frac{(D_A - D_S) * (L_M - L_C)}{2 * R} + \frac{(L_M + L_C)}{4} \quad EC. 1$$

$$A_L = \frac{(D_A + D_p - D_S) * (L_M - L_C)}{2 * R} + \frac{(L_M + L_C)}{4} \quad EC. 2$$



**Tabla 1.** Identificación de Variables

VARIABLES	SIGNIFICADO
A	Perno del lado acople
$A_A$	Corrección lado acople
$A_L$	Corrección lado libre
$D_A$	Es la distancia entre la mitad del acople y el perno del lado acople
$D_S$	Distancia entre el soporte y la mitad del acople
$D_p$	Distancia entre los dos pernos del motor
$L_M$	Reloj del lado del motor
$L_C$	Reloj del lado de la máquina conducida
R	Distancia entre los relojes comparadores (es una constante)

### Modelado de proceso

Se requiere desarrollar un sistema que sea muy amigable con el usuario, para ello se lleva a cabo un proceso repetitivo de prototipos que satisfagan las necesidades, que sea lo más amigable e intuitiva posible, este análisis se lo realizó mediante encuestas para obtener el mejor resultado de la aplicación generada.

Al ser un software libre no se requiere licencias para la creación y distribución de éste, dando una gran ventaja, que permitirá disminuir costos de distribución que podría tener el mismo.

En consideración con lo ya expuesto se establece un flujograma (*Figura 6*) del funcionamiento planteado para la aplicación propuesta (*Figura 7*).

El Diagrama de actividad de la *Figura 6*, muestra la forma de trabajo interno del sistema móvil, por lo que se realizará un seguimiento del diagrama y verificación del grado de funcionalidad.

Como menciona (Alarcón, 2016), “la notación Big-O nos proporciona una manera de saber cómo se va a comportar un algoritmo en función de los argumentos que le pasemos y la escala de los mismos.”

**Tabla 2.** Evaluación del grado del algoritmo.

PROCESO	PESO
Inicio	1
Selección del icono de acceso	1
Selecciona Alineación nueva si es si continuar al paso 4, caso contrario al paso 8	1
Interfaz de ingreso de valores si se mantiene en la interfaz continua al paso 5 caso contrario al paso 8	1
Selecciona el botón de calcular valores si se mantienen en la interfaz continuará al paso 6, caso contrario al paso 8	1
Se imprime valores de AA y AL	1
Si selecciona limpiar vuelve al paso 4, caso contrario al paso 8	1

Fuente: (Valverde, 2019)

La resolución práctica de un problema exige por una parte un algoritmo o método de resolución y por otra un programa o codificación de aquel en un ordenador real. Ambos componentes tienen su importancia; pero la del algoritmo es absolutamente esencial, mientras que la codificación puede muchas veces pasar a nivel de anécdota (Mañas, 2017).

Es un algoritmo de orden  $O(1)$ , al tener un proceso solo de condiciones es decir de if – else y procesos de cálculos, quiere decir que la operación siempre tardará el mismo tiempo (insertar y obtener el valor requiere el mismo tiempo), por lo que la operación no depende del tamaño de los datos ingresados.

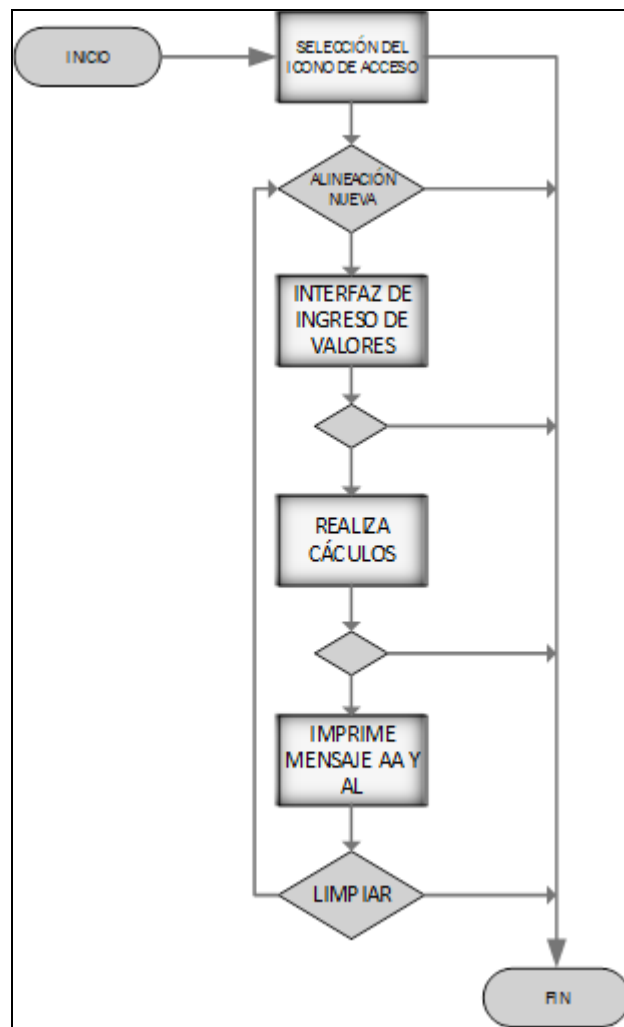
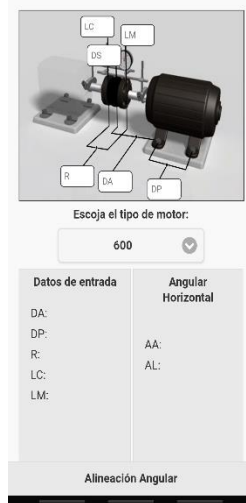


Figura 6. Flujograma de operatividad. Fuente: CIMANT



**Figura 7.** Aplicación móvil para alineación de ejes. Fuente: Imagen motor(Fixturlaser Dials, 2016)

### Pruebas de la aplicación

Capacitación a usuarios finales (**Figura 8**) sobre el uso de la aplicación. Instalación y configuración de la aplicación para el dictado del curso de capacitación Alineación de Ejes propuesto por el grupo de investigación.



**Figura 8.** Pruebas de prototipo. Fuente: CIMANT

La técnica aplicada fue la encuesta (**Figura 9**), una vez que los estudiantes de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, Carrera de Mantenimiento Industrial realizaron la práctica en el curso de alineación de ejes propuesto por el grupo de investigación Ciencia del Mantenimiento se

obtuvo los siguientes resultados en base a una comparación de Alineación Laser (costosa) y la alineación con relojes comparadores propuesta, con la ayuda de la aplicación móvil.

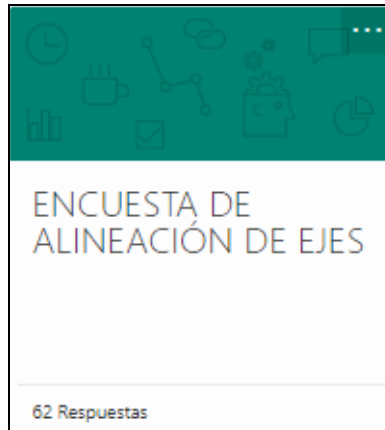


Figura 9. Encuesta en línea. Fuente: CIMANT.

### Valoración de las formas de Alineación

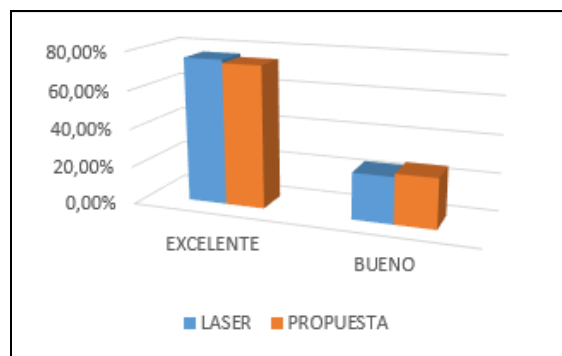


Figura 10. Valoración de los métodos de alineación sin software móvil. Fuente: CIMANT

### Alineación precisa

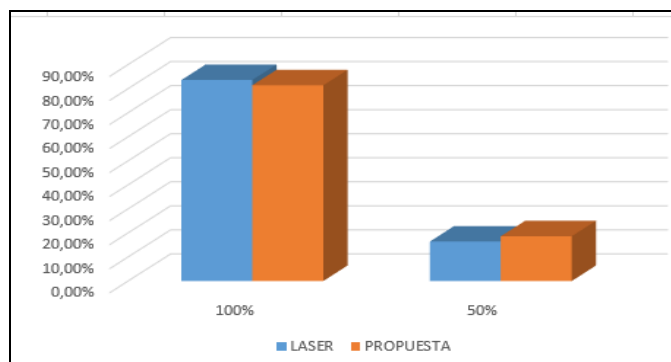


Figura 11. Instalación. Fuente: CIMANT

Software más fácil de usar

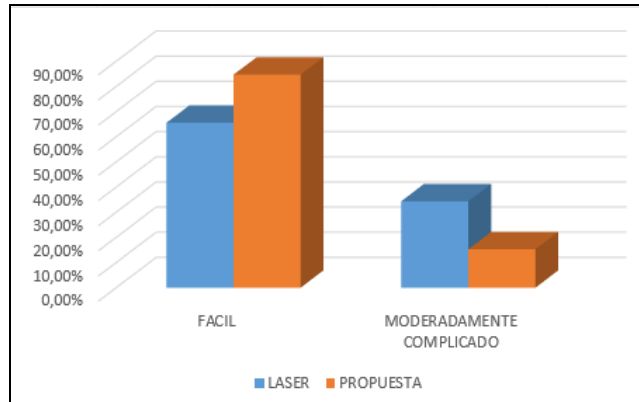


Figura 12. Facilidad de uso. Fuente: CIMANT

Alineación rápida

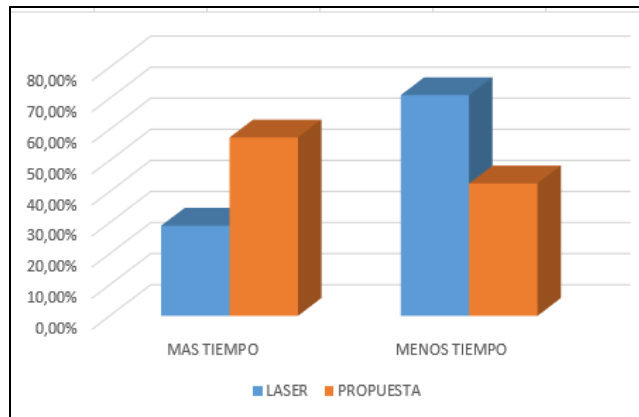


Figura 13. Facilidad de uso. Fuente CIMANT

Confiabilidad de la aplicación

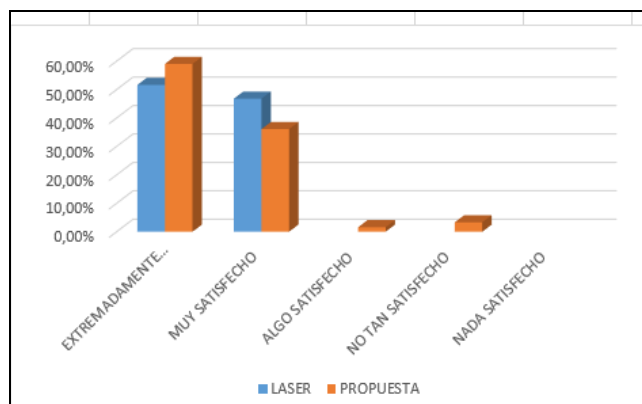


Figura 14. Confiabilidad. Fuente: CIMANT

### Facilidad de uso de la aplicación

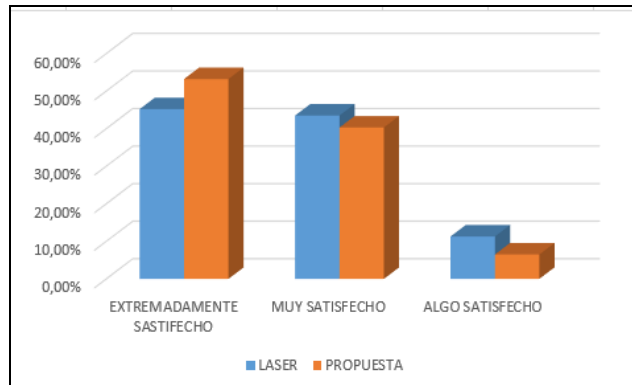


Figura 15. Confiabilidad. Fuente: CIMANT

## Resultados

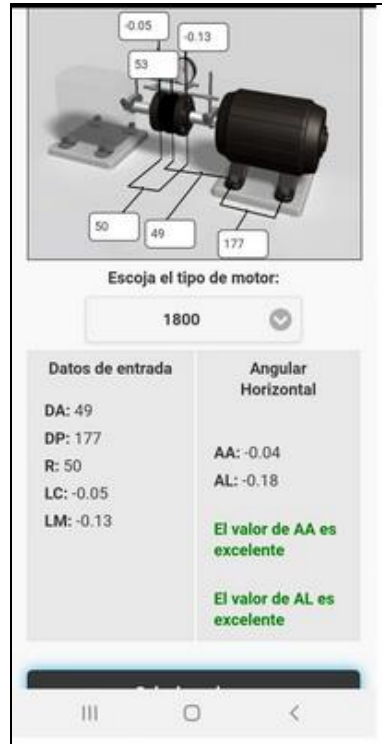
La aplicación será utilizada por los ingenieros de Mantenimiento que necesiten realizar cálculos de manera fácil, rápida y al instante, a través de un dispositivo móvil de forma digital pudiendo obtener con facilidad valores de ajuste para alineación de ejes de motores industriales.

Al tener una aplicación móvil desarrollada para Android e iOS, la cual ha sido utilizada por estudiantes y docentes del Grupo de Investigación Ciencia del Mantenimiento de la carrera de Mantenimiento Industrial de la Epoch, en el que sólo requirieron la instalación de la aplicación, seleccionar del menú el tipo de alineación deseada, elegir las revoluciones por minuto del motor, ingresar los datos de desviación de forma digital y ejecutar un clic para seleccionar Calcular Valores , con lo que se muestra los datos ingresados por el usuario y los valores de ajustes de alineación calculados, seguida de la impresión de mensajes que muestran si la desalineación está o no dentro de la tolerancia aceptada de acuerdo a las revoluciones del motor.

Todo el proceso se lo realiza en conjunto con el material y dispositivos de medición desarrollados por el grupo de investigación Ciencia del Mantenimiento, propuesta alternativa, efectiva y económica de obtención de datos, mismo que son ingresados a la aplicación móvil para proceder con los cálculos respectivos.

La forma de trabajar con la interfaz de la aplicación se muestra a continuación:



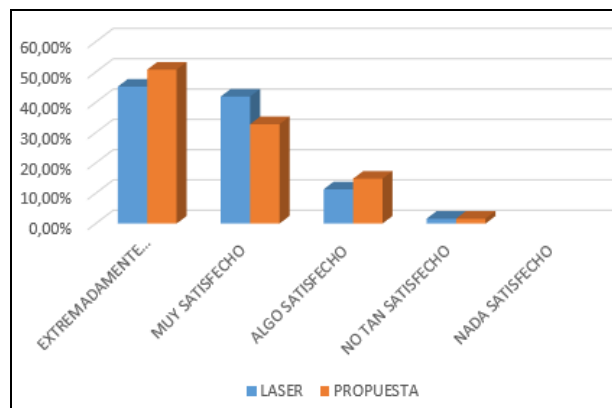


**Figura 16.** Aplicación móvil. Fuente: CIMANT

Prototipo de una aplicación móvil desarrollada con una metodología RAD, que satisface características de alineación de ejes en maquinaria industrial.

La aplicación hasta ahora utilizada por los estudiantes de la carrera de Mantenimiento Industrial y docentes pertenecientes al grupo de investigación, ambos mostraron motivación en el uso de la aplicación móvil. Por lo que en la consulta se ha obtenido un grado de satisfacción favorable.

En la práctica cuál alineación se considera que será más aplicada



**Figura 17.** Apariencia. Fuente: CIMANT

El mismo grupo de estudiantes aplicó las formas de alineación Láser y la alineación propuesta obteniendo los siguientes resultados:

Los dos tipos de alineación son evaluados por los usuarios como excelentes, en la variable de uso, consideraran que la alineación propuesta es más fácil de utilizar, en la variable de instalación consideran que la aplicación propuesta es muy fácil de instalar, en referencia a la variable precisión a nivel de aplicación consideran que todo dependerá del factor humano para el caso de la alineación propuesta en la parte manual, mientras que en la laser dependerá del buen funcionamiento del equipo, por lo que si recomendarían utilizar esta nueva propuesta de alineación, con la variable apariencia consideran que ambas aplicaciones es decir la aplicación Láser y la aplicación móvil tienen una buena interfaz, en relación con la variable de caída del software consideran que la aplicación móvil tiene un mejor nivel de soporte, en la práctica los usuarios consideran que la aplicación propuesta será más utilizada por su facilidad de uso y bajo costo.

Se logró cumplir el objetivo del proyecto, al evaluar la aplicación con las nuevas herramientas de alineación propuestas a través de nuevas fórmulas de cálculo de alineación de ejes para máquinas industriales es aceptada en un 98% según los datos de la encuesta aplicada al obtener cómo resultados en su confiabilidad un 56% (propuesta) frente a un 51% (láser) y facilidad 53% (propuesta) frente a un 45% (láser).

El modelo de alineación de ejes propuesto por el grupo de investigación CIMANT, es muy práctico y económico para dar solución a la desalineación de ejes que es uno de los principales problemas en la industria, al generar pérdidas de energía, tanto a nivel industrial y artesanal; inconveniente que no se atendía porque en el mercado se cuenta con instrumentos muy costosos. Con el prototipo, se ha procedido a realizar alineaciones obteniendo resultados favorables frente a un alineador de ejes con tecnología láser, por lo que se espera contribuir a través del prototipo haciendo un aporte a la sociedad industrial y artesanal.

## Conclusiones

- Con la metodología DRA se redujo el tiempo de desarrollo de la aplicación móvil, lo que se traduce en optimización de costos y tiempo.
- Con el fin de abaratar costos es imprescindible optar por estas nuevas tecnologías, pues todo

usuario debe ser capaz de tener a la mano una herramienta fácil y rápida de usar en cualquier momento y en cualquier ubicación geográfica, hoy en día toda persona dispone de un dispositivo móvil lo cual facilita la instalación, aumenta la disponibilidad y es accesible muy accesible por su costo en comparación con los dispositivos láser, la aplicación está realizada de tal manera que funciona con Android e iOS.

- Al plantear un algoritmo que utiliza pocos recursos y poca cantidad de memoria se obtiene una aplicación rápida, recordando que lo importante no es solo su uso sino su velocidad de ejecución, al aplicar la teoría Big-O se logra conseguir dicho objetivo pues el análisis del mismo ayuda no solo a su comprensión sino a una mejor estructura.
- La aplicación móvil fue del total agrado de los estudiantes y docentes por su facilidad en uso e instalación, tanto así que a través de la encuesta se obtuvo un resultado favorable del 80% frente a la aplicación con tecnología láser.

## Referencias

1. Adolfo, R., & Cortés, B. (2013). Diseño e implementación de un banco didáctico para alineación de elementos rotativos y balanceo de masas en cantiléver. Retrieved from <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/7026/1/T05109.pdf>
2. Alarcón, J. M. (2016). Rendimiento de algoritmos y notación Big-O. Retrieved March 15, 2020, from <https://www.campusmvp.es/recursos/post/Rendimiento-de-algoritmos-y-notacion-Big-O.aspx>
3. Arturo Pedraza, R. R. (2011). Evaluación para sistemas de bombeo de agua: Manual de eficiencia energética. Retrieved March 12, 2020, from [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=w9B5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&q=perdidas+energeticas+por+motores&ots=dkf83ssOZE&sig=ROhAffXsBNMAfTC5z2K\\_-tPBzU&redir\\_esc=y#v=onepage&q=perdidasenergeticaspor+motores&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=w9B5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&q=perdidas+energeticas+por+motores&ots=dkf83ssOZE&sig=ROhAffXsBNMAfTC5z2K_-tPBzU&redir_esc=y#v=onepage&q=perdidasenergeticaspor+motores&f=false)
4. Bautista, C., & Guillermo, D. (2016). Determinación de pérdidas energéticas que se producen en motores trifásicos asincrónicos tipo jaula de ardilla (maja3f) por la evolución de modos de fallo mediante termografía. Riobamba - Ecuador.
5. Baz Alonso, A., Ferreira Artime, I., Álvarez Rodríguez, M., & García Baniello EPSIG, R. (2011). Dispositivos móviles. Retrieved from [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34258261/dispostivos\\_moviles\\_y\\_su\\_cl](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34258261/dispostivos_moviles_y_su_cl)

[asificacion.pdf?response-contentdisposition=inline%3Bfilename%3DDispositivos\\_moviles.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F2020031](#)

6. BOHMAN. (n.d.). Relojes comparadores. Retrieved March 13, 2020, from <https://www.bohman.com.ec/product-detail/relojes-comparadores/>
7. Campaña, R. (2015). El proceso de desarrollo rápido de aplicaciones (DRA) de software: Un aporte práctico en el Instituto Geográfico Militar. ResearchGate, (April 2015). Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/303839299\\_El\\_proceso\\_de\\_desarrollo\\_rapido\\_de\\_aplicaciones\\_DRA\\_de\\_software\\_Un\\_aporte\\_practico\\_en\\_el\\_Instituto\\_Geografico\\_Militar](https://www.researchgate.net/publication/303839299_El_proceso_de_desarrollo_rapido_de_aplicaciones_DRA_de_software_Un_aporte_practico_en_el_Instituto_Geografico_Militar)
8. DCM., E. e S. I. (n.d.). EJES DE ALINEACION. Retrieved March 10, 2020, from <https://www.dmc.pt/es/alinhamiento-de-veios/>
9. DYNAMOX. (n.d.). Desalineación del eje y su contribución a fallas mecánicas - Dynamox. Retrieved March 12, 2020, from <https://dynamox.net/es/desalineacion-del-eje-fallas-mecanicas/>
10. Easy-Laser. (n.d.). Alineación de ejeS. Retrieved March 12, 2020, from <https://easylaser.com/es-es/aplicaciones/alineación-de-ejes>
11. EYSON AMU MOLINA. (2006). Diseño e implementación de un banco didáctico para alineación de elementos rotativos . Universidad autónoma de occidente, Santiago de Cali,.
12. Fixturlaser Dials. (2016). Fixturlaser Dials(Versión 1.1.0)[Aplicación Móvil], from [https://lh3.googleusercontent.com/KJCr4yAP-Ebbl63CTdCr5jVzfs7n0qMUucPgHz2nF9yQwFtN1c0ahrPkfRUEW2z\\_Mw=w1366-h626](https://lh3.googleusercontent.com/KJCr4yAP-Ebbl63CTdCr5jVzfs7n0qMUucPgHz2nF9yQwFtN1c0ahrPkfRUEW2z_Mw=w1366-h626)
13. Guerrero, N. (2015). JQuery Mobile. Retrieved March 15, 2020, from <https://programaenlinea.net/jquery-mobile/>
14. IGC. (2018). El corazón y los sistemas de una máquina de movimiento de tierra - IGC | IGC - Innovación en Geosintéticos. Retrieved March 12, 2020, from <https://www.igc.com.pe/el-corazon-y-los-sistemas-de-una-maquina-de-movimiento-de-tierra/>
15. JSON. (n.d.). Retrieved March 15, 2020, from <https://www.json.org/json-es.html>
16. Lugo Hermanos. (n.d.). Integral de Soluciones para la Industria. Retrieved March 13, 2020, from <https://www.lugohermanos.com/servicios-que-ofrecemos/>

17. Mañas, J. A. (2017). Análisis de Algoritmos-Complejidad.
18. Miró, A. (2017). ¿Qué es y para que sirve Ajax? | Deusto Formación. Retrieved March 15, 2020, from <https://www.deustoformacion.com/blog/programacion-diseno-web/que-es-para-que-sirve-ajax>
19. Paitán, R. V. F. (n.d.). ALINEAMIENTO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL. Retrieved March 12, 2020, from [https://www.academia.edu/23683663/ALINEAMIENTO\\_DE\\_MAQUINARIA\\_INDUSTRIAL](https://www.academia.edu/23683663/ALINEAMIENTO_DE_MAQUINARIA_INDUSTRIAL)
20. Red Hat. (n.d.). ¿QUÉ ES UNA API? Retrieved February 26, 2020, from <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>
21. Rodríguez, L. C., Rodríguez, L. M. C., & Rey, G. G. (2012). Estimación analítica del efecto de la desalineación angular en la duración de rodamientos de bolas. *Revista Cubana de Ingeniería*, 3(3), 65–73. <https://doi.org/10.1234/rci.v3i3.120>
22. Sacristán, F. R. (2001). Manual del mantenimiento integral en la empresa (F. C. EDITORIAL, Ed.). Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=mantenimiento+preventivo&ots=uB\\_nRsGmaj&sig=3yLMQ51TKo53r7wk4z-iYEGwLic&redir\\_esc=y#v=onepage&q=mantenimiento+preventivo&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=mantenimiento+preventivo&ots=uB_nRsGmaj&sig=3yLMQ51TKo53r7wk4z-iYEGwLic&redir_esc=y#v=onepage&q=mantenimiento+preventivo&f=false)
23. Timmer, R., Helinko, M., & Eskola, R. (2007). Eficiencia de motores Optimización del rendimiento durante la vida útil de los motores Productos eficientes energéticamente.
24. Valverde González, V. L. (2019). Algoritmo para el diseño de base de datos. *Ciencia Digital*, 3(3.2.1), 5–19. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.778>
25. Vinicio, S., Jara, N., Julián, D., & Rodríguez, R. (2014). Establecimiento de una base de datos de señales de vibraciones mecánicas para sistemas mecánicos rotativos con la combinación de diferentes tipos de fallos y elaboración de guías de prácticas para detección de fallos en rodamientos. Cuenca - Ecuador.

## References

1. Adolfo, R., & Cortés, B. (2013). Design and implementation of a didactic bench for alignment of rotating elements and balance of masses in cantiléver. Retrieved from <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/7026/1/T05109.pdf>

2. Alarcón, J. M. (2016). Algorithm performance and Big-O notation. Retrieved March 15, 2020, from <https://www.campusmv.es/recursos/post/Rendimiento-de-algoritmos-y-notacion-Big-O.aspx>
3. Arturo Pedraza, R. R. (2011). Evaluation for water pumping systems: Energy efficiency manual. Retrieved March 12, 2020, from [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=w9B5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=perdidas+energeticas+por+motores&ots=dkf83ssOZE&sig=ROhAffXz2\\_Bf2\\_Ber2#v=onepage&q=motorenergylosses&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=w9B5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=perdidas+energeticas+por+motores&ots=dkf83ssOZE&sig=ROhAffXz2_Bf2_Ber2#v=onepage&q=motorenergylosses&f=false)
4. Bautista, C., & Guillermo, D. (2016). Determination of energy losses that occur in squirrel cage type asynchronous three-phase motors (maja3f) by the evolution of failure modes through thermography. Riobamba - Ecuador.
5. Baz Alonso, A., Ferreira Artime, I., Álvarez Rodríguez, M., & García Baniello EPSIG, R. (2011). Mobile devices. Retrieved from [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34258261/dispositivos\\_moviles\\_y\\_su\\_clasificacion.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DDispositivos\\_moviles.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HAC-6M-6-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F2020031](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34258261/dispositivos_moviles_y_su_clasificacion.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DDispositivos_moviles.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HAC-6M-6-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F2020031)
6. BOHMAN. (n.d.). Comparator watches. Retrieved March 13, 2020, from <https://www.bohman.com.ec/product-detail/relojes-comparadores/>
7. Campaign, R. (2015). The Rapid Software Application Development (DRA) Process: A Practical Contribution at the Military Geographic Institute. ResearchGate, (April 2015). Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/303839299\\_El\\_proceso\\_de\\_desarrollo\\_rapido\\_de\\_aplicaciones\\_DRA\\_de\\_software\\_Un\\_aporte\\_practico\\_en\\_el\\_Instituto\\_Geografico\\_Militar](https://www.researchgate.net/publication/303839299_El_proceso_de_desarrollo_rapido_de_aplicaciones_DRA_de_software_Un_aporte_practico_en_el_Instituto_Geografico_Militar)
8. DCM., E. e S. I. (n.d.). AXIS OF ALIGNMENT. Retrieved March 10, 2020, from <https://www.dmc.pt/es/alinhamento-de-veios/>
9. DYNAMOX. (n.d.). Shaft misalignment and its contribution to mechanical failure - Dynamox. Retrieved March 12, 2020, from <https://dynamox.net/es/desalineacion-del-eje-fallas-mecanicas/>
10. Easy-Laser. (n.d.). Shaft Alignment Retrieved March 12, 2020, from <https://easylaser.com/es-es/aplicaciones/alineamiento-de-ejesjes>



11. EYSON AMU MOLINA. (2006). Design and implementation of a teaching bench for alignment of rotary elements. Autonomous university of west, Santiago de Cali ,.
12. Fixturlaser Dials. (2016). Fixturlaser Dials (Version 1.1.0) [Mobile Application], from [https://lh3.googleusercontent.com/KJCr4yAP-Ebbl63CTdCr5jVzfs7n0qMUucPgHz2nF9yQwFtN1c0ahrPkfRUEW2z\\_Mw=w1366-h626](https://lh3.googleusercontent.com/KJCr4yAP-Ebbl63CTdCr5jVzfs7n0qMUucPgHz2nF9yQwFtN1c0ahrPkfRUEW2z_Mw=w1366-h626)
13. Guerrero, N. (2015). JQuery Mobile. Retrieved March 15, 2020, from <https://programaenlinea.net/jquery-mobile/>
14. IGC. (2018). The heart and systems of an earthmoving machine - IGC | IGC - Innovation in Geosynthetics. Retrieved March 12, 2020, from <https://www.igc.com.pe/el-corazon-y-los-sistemas-de-una-maquina-de-movimiento-de-tierra/>
15. JSON. (n.d.). Retrieved March 15, 2020, from <https://www.json.org/json-es.html>
16. Lugo Brothers. (n.d.). Comprehensive Solutions for Industry. Retrieved March 13, 2020, from <https://www.lugohermanos.com/servicios-que-ofrecemos/>
17. Mañas, J. A. (2017). Algorithm-Complexity Analysis.
18. Miró, A. (2017). What is Ajax and what is it for? | Deusto Formation. Retrieved March 15, 2020, from <https://www.deustoformacion.com/blog/programacion-diseno-web/que-es-para-que-sirve-ajax>
19. Paitán, R. V. F. (n.d.). INDUSTRIAL MACHINERY ALIGNMENT. Retrieved March 12, 2020, from [https://www.academia.edu/23683663/ALINEAMIENTO\\_DE\\_MAQUINARIA\\_INDUSTRIAL](https://www.academia.edu/23683663/ALINEAMIENTO_DE_MAQUINARIA_INDUSTRIAL)
20. Red Hat. (n.d.). WHAT IS AN API? Retrieved February 26, 2020, from <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>
21. Rodríguez, L. C., Rodríguez, L. M. C., & Rey, G. G. (2012). Analytical estimation of the effect of angular misalignment on the life of ball bearings. Cuban Journal of Engineering, 3 (3), 65–73. <https://doi.org/10.1234/rci.v3i3.120>
22. Sacristán, F. R. (2001). Manual of the integral maintenance in the company (F. C. EDITORIAL, Ed.). Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=mantenimiento+ots=uB\\_nRsGmaj&sig=3yLMQ51TKo53r7wk4z-iYEGwc](https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=mantenimiento+ots=uB_nRsGmaj&sig=3yLMQ51TKo53r7wk4z-iYEGwc)

23. Timmer, R., Helinko, M., & Eskola, R. (2007). Engine efficiency Optimization of performance over the life of engines Energy efficient products.
24. Valverde González, V. L. (2019). Algorithm for database design. Digital Science, 3 (3.2.1), 5–19. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.778>
25. Vinicio, S., Jara, N., Julián, D., & Rodríguez, R. (2014). ESTABLISHMENT OF A database of mechanical vibration signals for rotary mechanical systems with the combination of different types of faults and development of guidelines for fault detection in bearings. Ecuador basin.

## Referências

1. Adolfo, R. e Cortés, B. (2013). Projeto e implementação de um banco didático para alinhamento de elementos giratórios e equilíbrio de massas em cantiléver. Disponível em <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/7026/1/T05109.pdf>
2. Alarcón, J.M. (2016). Desempenho de algoritmo e notação Big-O. Recuperado em 15 de março de 2020, de <https://www.campusmvp.es/recursos/post/Rendimiento-de-algoritmos-y-notacion-Big-O.aspx>
3. Arturo Pedraza, R.R. (2011). Avaliação de sistemas de bombeamento de água: Manual de eficiência energética. Recuperado em 12 de março de 2020, em [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=w9B5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=perdas+energeticas+por+motores&ots=dkf83ssOZE&sig=ROhAffXer2\\_Bf2\\_B#v=onepage&q=perdasdeenergiadomotoref=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=w9B5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=perdas+energeticas+por+motores&ots=dkf83ssOZE&sig=ROhAffXer2_Bf2_B#v=onepage&q=perdasdeenergiadomotoref=false)
4. Bautista, C., & Guillermo, D. (2016). Determinação de perdas energéticas que ocorrem em motores assíncronos trifásicos do tipo de gaiola esquilo (maja3f) pela evolução de modos de falha através da termografia. Riobamba - Equador.
5. Baz Alonso, A., Ferreira Artime, I., Álvarez Rodríguez, M. e García Baniello EPSIG, R. (2011). Dispositivos móveis. Recuperado em [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34258261/dispositivos\\_moviles\\_y\\_su\\_clasificacion.pdf?response-content-disposition=inline%3Bnomedoarquivo%3DDispositivos\\_moviles.pdf&X-AmzAlgorithm=AWS4-6-Credencial=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F2020031](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34258261/dispositivos_moviles_y_su_clasificacion.pdf?response-content-disposition=inline%3Bnomedoarquivo%3DDispositivos_moviles.pdf&X-AmzAlgorithm=AWS4-6-Credencial=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F2020031)

6. BOHMAN. (n.d.). Comparador de relógios. Recuperado em 13 de março de 2020, em <https://www.bohman.com.ec/product-detail/relojes-comparadores/>
7. Campaign, R. (2015). O Processo de Desenvolvimento Rápido de Aplicativos de Software (DRA): uma contribuição prática no Instituto Geográfico Militar. ResearchGate, (abril de 2015). Recuperado em [https://www.researchgate.net/publication/303839299\\_El\\_proceso\\_de\\_desarrollo\\_rapido\\_de\\_aplicaciones\\_DRA\\_de\\_software\\_Un\\_aporte\\_practico\\_en\\_el\\_Instituto\\_Geografico\\_Militar](https://www.researchgate.net/publication/303839299_El_proceso_de_desarrollo_rapido_de_aplicaciones_DRA_de_software_Un_aporte_practico_en_el_Instituto_Geografico_Militar)
8. DCM., E. e S. I. (n.d.). EIXO DE ALINHAMENTO. Recuperado em 10 de março de 2020, em <https://www.dmc.pt/es/alinhamento-de-veios/>
9. DYNAMOX. (n.d.). Desalinhamento do eixo e sua contribuição para a falha mecânica - Dynamox. Recuperado em 12 de março de 2020, em <https://dynamox.net/es/desalineacion-del-eje-fallas-mecanicas/>
10. Easy-Laser. (n.d.). Alinhamento do eixo Recuperado em 12 de março de 2020, em <https://easylaser.com/es-es/aplicaciones/alineamiento-de-ejesjes>
11. EYSON AMU MOLINA. (2006). Projeto e implementação de um banco de ensino para alinhamento de elementos rotativos. Universidade autônoma do oeste, Santiago de Cali,.
12. Mostradores fixadores. (2016). Dials do Fixturlaser (versão 1.1.0) [Aplicativo móvel], de [https://lh3.googleusercontent.com/KJCr4yAP-Ebbl63CTdCr5jVzfs7n0qMUucPgHz2nF9yQwFtN1c0ahrPkfRUEW2z\\_Mw=w1366-h626](https://lh3.googleusercontent.com/KJCr4yAP-Ebbl63CTdCr5jVzfs7n0qMUucPgHz2nF9yQwFtN1c0ahrPkfRUEW2z_Mw=w1366-h626)
13. Guerrero, N. (2015). JQuery Mobile. Recuperado em 15 de março de 2020, em <https://programaenlinea.net/jquery-mobile/>
14. IGC. (2018). O coração e os sistemas de uma máquina de terraplenagem - IGC | IGC - Inovação em Geossintéticos. Recuperado em 12 de março de 2020, em <https://www.igc.com.pe/el-corazon-y-los-sistemas-de-una-maquina-de-movimiento-de-tierra/>
15. JSON. (n.d.). Recuperado em 15 de março de 2020, em <https://www.json.org/json-es.html>
16. Irmãos Lugo. (n.d.). Soluções abrangentes para a indústria. Recuperado em 13 de março de 2020, em <https://www.lugohermanos.com/servicios-que-ofrecemos/>
17. Mañas, J. A. (2017). Análise de Algoritmo-Complexidade.

18. Miró, A. (2017). O que é o Ajax e para que serve? | Formação Deusto. Recuperado em 15 de março de 2020, em <https://www.deustoformacion.com/blog/programacion-diseno-web/que-es-para-que-sirve-ajax>
19. Paitán, R. V. F. (n.d.). Alinhamento de maquinaria industrial. Recuperado em 12 de março de 2020, em [https://www.academia.edu/23683663/ALINEAMIENTO\\_DE\\_MAQUINARIA\\_INDUSTRIAL](https://www.academia.edu/23683663/ALINEAMIENTO_DE_MAQUINARIA_INDUSTRIAL)
20. Red Hat. (n.d.). O QUE É UMA API? Recuperado em 26 de fevereiro de 2020, em <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>
21. Rodríguez, L. C., Rodríguez, L.M.C, & Rey, G.G. (2012). Estimativa analítica do efeito do desalinhamento angular na vida útil de rolamentos de esferas. Revista Cubana de Engenharia, 3 (3), 65–73. <https://doi.org/10.1234/rci.v3i3.120>
22. Sacristán, F.R. (2001). Manual de manutenção integral na empresa (F. C. EDITORIAL, Ed.). Recuperado em [https://books.google.com.ec/books?hl=pt\\_BR&lr=&id=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=mantenimiento+ots=uB\\_nRsGmaj&sig=3yLMQ51TKo53r7wk4z-iYEGwc](https://books.google.com.ec/books?hl=pt_BR&lr=&id=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=mantenimiento+ots=uB_nRsGmaj&sig=3yLMQ51TKo53r7wk4z-iYEGwc)
23. Timmer, R., Helinko, M., & Eskola, R. (2007). Eficiência do motor Otimização do desempenho ao longo da vida útil dos motores Produtos eficientes em energia.
24. Valverde González, V.L. (2019). Algoritmo para design de banco de dados. Digital Science, 3 (3.2.1), 5-19. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.778>
25. Vinicio, S., Jara, N., Julián, D., & Rodríguez, R. (2014). Estabelecimento de uma base de dados de sinais de vibração mecânica para sistemas mecânicos rotários com a combinação de diferentes tipos de falhas e o desenvolvimento de diretrizes para detecção de falhas em rolamentos. Cuenca - Equador.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).