



**Elaboración y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo  
para los osciloscopios del laboratorio de electrónica digital de la Universidad de las  
Fuerzas Armadas “ESPE” – sede Latacunga**

Dominguez Suarez, Neyser Alexander y Tenemaza Albarracin, Joselyn Cecilia

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior  
en Automatización e Instrumentación

MSc. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

7 de agosto del 2023

Latac

## Reporte de verificación de contenido



### Trabajo de Integración Curricular\_Do...

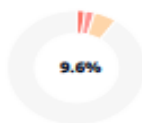
#### Scan details

Scan time:  
August 10th, 2023 at 16:10 UTC

Total Pages:  
47

Total Words:  
11558

#### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2%	235
Minor Changes	2.2%	255
Paraphrased	5.4%	623
Omitted Words	0%	0

#### AI Content Detection



Text coverage  
 AI text  
 Human text

#### Plagiarism Results: (56)

**USO DE OSCILOSCOPIO - 504 Zumaeta Torres J, Daniel** 1%

<https://daniel1099854.home.blog/uso-de-osciloscopia/>  
 Saltar al contenido 504 Zumaeta Torres J, Daniel Humilde ...

**¿Que es un osciloscopio?** 1%

<https://www.finaltest.com.mx/product-p/art-9.htm#:~:text=e...>  
 FinalTest.com Inicio Ver Carrito Mi cuenta/Estatus de órdenes ...

**¿Qué es el software de GMAO? Significado, ventajas...** 1%

<https://www.emaint.com/es/what-is-a-cmms/>  
 eMaint  
 Ir al contenido FacebookTwitterLinkedInInstagram...

Firma:

**MSc. Guerrero Rodríguez, Lucia Eliana**

C.C: 0501878649



**Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación**

**Certificación**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Elaboración y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del laboratorio de electrónica digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” – sede Latacunga”** fue realizado por los señores **Dominguez Suarez, Neyser Alexander** y **Tenemaza Albarracín, Joselyn Cecilia**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

**Latacunga, 7 de agosto 2023**

Firma:

**MSc. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana**

C.C: 0501878649



**Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación**

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **Dominguez Suarez, Neyser Alexander**, con cédula de ciudadanía N°2450346560 y **Tenemaza Albarracín, Joselyn Cecilia**, con cédula de ciudadanía N°1754053054, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Elaboración y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del laboratorio de electrónica digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” – sede Latacunga”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, 7 de agosto 2023**

**Dominguez Suarez, Neyser Alexander**

C.C.: 2450346560

**Tenemaza Albarracín, Joselyn Cecilia**

C.C.: 1754053054



**Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación**

### **Autorización de Publicación**

Nosotros **Dominguez Suarez, Neyser Alexander**, con cédula de ciudadanía N° 2450346560 y **Tenemaza Albarracín, Joselyn Cecilia**, con cédula de ciudadanía N°1754053054, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Elaboración y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del laboratorio de electrónica digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” – sede Latacunga”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Latacunga, 7 de agosto 2023**

**Dominguez Suarez, Neyser Alexander**

C.C.: 2450346560

**Tenemaza Albarracín, Joselyn Cecilia**

C.C.: 1754053054

### **Dedicatoria**

Estudiante Neyser Alexander Dominguez Suarez

Este presente trabajo curricular se lo dedicó a todas las personas que han sido parte esencial de mi camino hacia el conocimiento y el crecimiento. Desde mis padres, quienes han sido mi mayor inspiración y apoyo incondicional, hasta a mi enamorada, compañera de vida y confidente, cada uno de ellos ha dejado una huella imborrable en mi vida y ha contribuido a mi desarrollo personal y académico. A mis amigos, profesores y mentores, les agradezco su amistad, paciencia y generosidad al compartir su sabiduría. Cada página de este trabajo lleva impresa la gratitud y el cariño que siento por todas estas personas que han hecho posible este logro.

### **Dedicatoria**

Estudiante Joselyn Cecilia Tenemaza Albarracín

El presente trabajo va dedicado con mucho amor a mis padres y hermanos quienes estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos sembrando en mí valores morales, responsabilidad, deseo de triunfar y superarme haciéndome una persona de bien.

A mis compañeros y amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y experiencias, ya que todos he aprendido continuamente de todos, tanto profesional como personalmente.

## **Agradecimiento**

Estudiante Neyser Alexander Dominguez Suarez

Este proyecto de titulación se lo dedico a todas aquellas personas que han sido mi fuente de inspiración, apoyo y motivación. A mis padres, amigos y amigas que siempre creyeron en mí y me acompañaron en cada paso del camino. En especial, a MIRIA AMARILIS SUAREZ DOMINGUEZ, FRANKLIN CESAR DOMINGUEZ LAINEZ y ANDREINA CECILIA ROCA SOLANO, por su apoyo incondicional.

Agradezco a Dios, quien me ha fortalecido en todo momento, recordándome que "Todo lo puedo en Cristo que me fortalece." - Filipenses 4:13. Con esta convicción, he superado obstáculos y alcanzado este logro significativo.

Cada uno de ustedes ha sido un pilar fundamental en mi vida y en este proyecto. Su amor, aliento y amistad han sido mi motivación para seguir adelante. A todos, mi profundo agradecimiento

Este logro es testimonio del poder del trabajo en equipo y del amor que he recibido. Con fe en Dios y el apoyo de quienes me rodean, he perseverado. Gracias a cada uno por ser parte de mi vida y por hacer posible este logro.



## **Agradecimiento**

Estudiante Joselyn Cecilia Tenemaza Albarracín

Agradezco a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, por permitirme cumplir con excelencia mis actividades, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo.

A mi hermano quien a pesar de todo me ha apoyado moralmente en cada momento, me ha motivado a perseguir hasta conseguir cada una de mis metas planteadas, siendo el un gran ejemplo a seguir.

Gracias a nuestra tutora por permitirnos ser partícipes de uno de sus proyectos dentro de la universidad y por su entrega incondicional durante el desarrollo de este trabajo, por depositar su confianza y demostrar su constante apoyo, indicaciones y orientaciones indispensables en el desarrollo del proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula .....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenido .....	10
Índice de tablas.....	16
Resumen.....	17
Abstract .....	17
Capítulo I: Introducción.....	19
Tema.....	19
Antecedentes.....	19
Planteamiento del problema .....	20
Justificación.....	21
Objetivos .....	21
<i>Objetivo general</i> .....	21
<i>Objetivos específicos</i> .....	21
Alcance.....	22

Capítulo II: Marco Teórico .....	23
Los osciloscopios .....	23
Utilización general de un osciloscopio .....	24
Parámetros que afectan la calidad de un osciloscopio .....	25
Aplicaciones generales de un osciloscopio .....	27
Características generales de un osciloscopio .....	27
Partes del osciloscopio.....	28
<i>Panel frontal:</i> .....	28
<i>Panel trasero</i> .....	29
Plan de mantenimiento preventivo y correctivo.....	31
<i>Mantenimiento preventivo</i> .....	31
<i>Beneficios de implementar un plan de mantenimiento preventivo</i> ..	32
<i>Mantenimiento correctivo</i> .....	32
Sistema de mantenimiento asistido por computadora .....	32
<i>Características y funciones más comunes de un sistema gmao</i> .....	33
<i>Beneficios de un sistema GMAO (Gestión del mantenimiento</i> <i>asistido por ordenador)</i> .....	34
Capítulo III: Desarrollo.....	37
Levantamiento de información.....	37
Sistema de mantenimiento preventivo y correctivo.....	41
<i>Mantenimiento correctivo</i> .....	41

<b>Sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del laboratorio de electrónica digital mediante un sistema asistido por ordenador ....</b>	<b>41</b>
<i>Desarrollo del sistema de mantenimiento asistido por computadora</i>	
<i>Creación y edición de formatos VBA.....</i>	<b>45</b>
<i>Creación de la interfaz del sistema asistido por computador.....</i>	<b>47</b>
<i>Identificación e implementación de variables y formulario para el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo.....</i>	<b>49</b>
<b>Aplicación del sistema de mantenimiento asistido por computador en excel para el mantenimiento correctivo de los osciloscopios del laboratorio de electrónica digital.....</b>	<b>56</b>
<i>Paso 1: Desmontaje del osciloscopio.....</i>	<b>56</b>
<i>Paso 2: Identificación de la falla.....</i>	<b>57</b>
<i>Paso 3. Registro de incidencia.....</i>	<b>58</b>
<i>Paso 4: Aislar el problema.....</i>	<b>63</b>
<i>Paso 5: Reparación y reemplazo.....</i>	<b>64</b>
<i>Paso 6: Pruebas y verificación.....</i>	<b>66</b>
<i>Paso 7: Actualización de registros .....</i>	<b>66</b>
<b>Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>69</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>69</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>71</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>73</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Funcionamiento interno de un osciloscopio</i> .....	25
<b>Figura 2</b> <i>Panel frontal del osciloscopio modelo DS8104</i> .....	29
<b>Figura 3</b> <i>Panel trasero del osciloscopio modelo DS8104</i> .....	30
<b>Figura 4</b> <i>Funciones Básicas de un Sistema GMAO</i> .....	33
<b>Figura 5</b> <i>Funciones y beneficios de un sistema GMAO</i> .....	36
<b>Figura 6</b> <i>Osciloscopio “OWON1LEDESPE”</i> .....	36
<b>Figura 7</b> <i>Osciloscopio “OWON2LEDESPE”</i> .....	38
<b>Figura 8</b> <i>Osciloscopio “OWON3LEDESPE”</i> .....	39
<b>Figura 9</b> <i>Visual Basic for Applications</i> .....	42
<b>Figura 10</b> <i>Opción archivo del Excel para poder activar el desarrollador</i> .....	43
<b>Figura 11</b> <i>Menú desplegable dentro de archivos en el interfaz de configuraciones</i> .....	43
<b>Figura 12</b> <i>Funcionalidades dentro del menú opciones de Excel</i> .....	44
<b>Figura 13</b> <i>Activación del programador en Excel para aplicaciones VBA</i> .....	44
<b>Figura 14</b> <i>Opciones para guardar cambios</i> .....	45
<b>Figura 15</b> <i>Barra de herramientas en Excel con la pestaña programador activada</i> .....	45
<b>Figura 16</b> <i>Iconos Visual Basic dentro de cintas de opciones en Excel</i> .....	45
<b>Figura 17</b> <i>Interfaz Visual Basic</i> .....	46
<b>Figura 18</b> <i>Panel módulos, hojas y formularios en Visual Basic</i> .....	46
<b>Figura 19</b> <i>Interfaz PowerPoint de las ilustraciones del Sistema Asistido por Computador</i> .....	47
<b>Figura 20</b> <i>Interfaz principal sistema asistido por computador</i> .....	48
<b>Figura 21</b> <i>Ventana e Interfaz para agregar equipos al sistema</i> .....	49
<b>Figura 22</b> <i>Interfaz inventario de los equipos</i> .....	50
<b>Figura 23</b> <i>Datos técnicos de los equipos ingresados</i> .....	50

<b>Figura 24</b> <i>Funcionalidades dentro de la interfaz inventario de equipos</i> .....	51
<b>Figura 25</b> <i>Botones Salir y eliminar</i> .....	51
<b>Figura 26</b> <i>Cuadro indicador de imagen</i> . ....	51
<b>Figura 27</b> <i>Interfaz gestiones de órdenes de trabajo</i> .....	52
<b>Figura 28</b> <i>Interfaz de Formatos de órdenes de trabajo</i> .....	53
<b>Figura 29</b> <i>Interfaz datos del solicitante y encargado</i> .....	53
<b>Figura 30</b> <i>Interfaz de cronograma de los mantenimiento cercanos o expirados</i> . ....	54
<b>Figura 31</b> <i>Interfaz de los datos de usuario</i> .....	54
<b>Figura 32</b> <i>Mensaje del Sistema al correo electrónico</i> .....	55
<b>Figura 33</b> <i>Formato de impresión con los datos del sistema</i> .....	55
<b>Figura 34</b> <i>Desmontaje del osciloscopio “OWON1LEDESPE”</i> .....	56
<b>Figura 35</b> <i>Componentes internos del osciloscopio “OWON1LEDESPE”</i> .....	57
<b>Figura 36</b> <i>Medición de voltaje de entrada al osciloscopio</i> .....	58
<b>Figura 37</b> <i>Medición de voltaje de salida del osciloscopio</i> .....	58
<b>Figura 38</b> <i>Menú principal del Sistema Asistido por Ordenador</i> .....	59
<b>Figura 39</b> <i>Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Agregar Equipo”</i> .....	59
<b>Figura 40</b> <i>Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Inventario de Equipos Registrados”</i> .....	61
<b>Figura 41</b> <i>Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Agregar Mantenimientos”</i> .....	60
<b>Figura 42</b> <i>Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Gestión de Órdenes de trabajo”</i> .....	62
<b>Figura 43</b> <i>Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Datos del solicitante y encargado”</i> .....	61
<b>Figura 44</b> <i>Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Visualizador de Órdenes de trabajo”</i> .....	62
<b>Figura 45</b> <i>Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Cronograma de Mantenimiento”</i> .....	63
<b>Figura 46</b> <i>Componentes de la fuente de alimentación parte superior</i> .....	64
<b>Figura 47</b> <i>Fuente de alimentación parte inferior</i> .....	63
<b>Figura 48</b> <i>Fuente de alimentación reemplazada</i> .....	64

**Figura 49** *Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Formatos” de la orden de trabajo finalizada ..65*

**Figura 50** *Cronograma de Actividades con el mantenimiento realizado..... 66*

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Tabla de datos relevante para mantenimiento</i> .....	40
<b>Tabla 2</b> <i>Comparacion entre el Mosfet K6A60D y MPT6N60</i> .....	64



## Resumen

Se ha logrado la implementación de un plan mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" - Sede Latacunga. Este proyecto incluyó la adopción y puesta en funcionamiento de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAO), con el objetivo de realizar una gestión de mantenimientos tanto preventivos como correctivos enfocados en prevenir y/o reparar o corregir problemas que han surgido en los osciloscopios, para minimizar interrupciones al desarrollar actividades que impliquen su uso. La implementación del GMAO, permitirá optimizar la gestión de las actividades de mantenimiento en el laboratorio. Las tareas preventivas y/o correctivas se planificarán y ejecutarán de acuerdo con un calendario establecido, obteniendo eficiencia en el proceso de planificación. La interfaz de usuario del sistema ha facilitado la administración de repuestos, la creación y seguimiento de órdenes de trabajo, así como la asignación de responsabilidades a los encargados del mantenimiento. El sistema permite mantener un registro detallado de la información relevante de los osciloscopios, como los datos de adquisición y el historial de mantenimientos. Esta información está disponible para consulta y descarga en formato PDF, lo que facilita la revisión y análisis de la información para la toma de decisiones futuras.

*Palabras clave:* Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, osciloscopio.

### **Abstract**

The implementation of a preventive and corrective maintenance plan for the oscilloscopes of the Digital Electronics Laboratory of the University of the Armed Forces "ESPE" - Latacunga Headquarters has been achieved. This project included the adoption and implementation of a Computer Aided Maintenance Management System (CMMS), with the objective of carrying out both preventive and corrective maintenance management focused on preventing and/or repairing or correcting problems that have arisen in oscilloscopes, to minimize interruptions when carrying out activities that involve their use. The implementation of the CMMS will allow to optimize the management of maintenance activities in the laboratory. Preventive and/or corrective tasks will be planned and executed according to an established calendar, obtaining efficiency in the planning process. The system's user interface has made it easy to manage parts, create and track work orders, and assign responsibilities to maintainers. The system allows you to keep a detailed record of the relevant information of the oscilloscopes, such as acquisition data and maintenance history. This information is available for consultation and download in PDF format, which facilitates the review and analysis of the information for future decision-making.

*Keywords:* Computer Aided Maintenance Management (CMMS), preventive maintenance, corrective maintenance, oscilloscope.

## Capítulo I

### Introducción

#### Tema

“Elaboración y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” – Sede Latacunga”

#### Antecedentes

Para el desarrollo del presente proyecto, se tomó como referencia la investigación bibliográfica realizada por Llamba W. (2014) en su estudio "Elaboración del Mantenimiento Centrado en la Confianza (MCC) de la Central Hidráulica Illuchi N°2". El objetivo de esta investigación fue elaborar un mantenimiento centrado en la confianza (RCM) ante la necesidad de renovar el programa de cuidado para la central hidráulica Illuchi N°2. La metodología utilizada fue la matriz de crítica, seguida de la elaboración de diarios de trabajo. El estudio mostró que el plan de mantenimiento preventivo propuesto se centra principalmente en la localización de posibles estados de fallo en el equipo y la minimización de esta búsqueda utilizando el método de análisis de la crítica de la actividad.

Como resultado de este análisis, se creó una base de datos con información actualizada y detallada sobre todos los fallos que se han producido y pueden producirse en los equipos de la oficina central. Todas estas fallas son listadas en el documento RCM ante su revisión, ya que, en lugar de detenerse en el análisis en sí, estas fallas deben ser tomadas en cuenta junto con su tarea proactiva asociada a medida que ocurren.

Las actividades de mantenimiento diseñadas para los dispositivos electrónicos utilizados en el Laboratorio de Electrónica "ESPE" de la Universidad de las Fuerzas Armadas

se registran mediante bitácoras impresas que incluyen información sobre fechas, duración, tareas realizadas, costos y resultados obtenidos.

Esta información se encuentra almacenada en un archivo físico que con el paso del tiempo ha ido perdiendo utilidad en cuanto a proporcionar métodos para actuar en la prevención de errores, por lo que se determinó que es necesaria la implantación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que permita la ejecución de actividades de mejora y control mediante el uso de un sistema de gestión asistido por ordenador.

### **Planteamiento del Problema**

El Laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" Latacunga carece actualmente de un sistema de mantenimiento asistido por computadora (GMAO), que asegure la confiabilidad y disponibilidad de los equipos utilizados en el desarrollo de las actividades prácticas para cada una de las asignaciones del laboratorio.

La gestión del mantenimiento es insuficiente tanto de los osciloscopios como de los diferentes dispositivos electrónicos presentes, en el laboratorio, lo que se manifiesta en una falta de coordinación, programación tareas, retrasos en la ejecución de las órdenes de trabajo, dificultades en el seguimiento de tareas y falta de información actualizada sobre el estado de los activos.

Las actividades que se lleva a cabo en relación con el mantenimiento y registro de los dispositivos electrónicos impiden la realización de un análisis exhaustivo de los datos recogidos, así como la generación de informes detallados y personalizados. Esto dificulta la identificación de tendencias y áreas problemáticas, así como la comunicación efectiva de resultados y recomendaciones a los responsables de la toma de decisiones.

## **Justificación**

Una adecuada estrategia de gestión del mantenimiento permite detectar y resolver defectos, fallas y problemas potenciales de los dispositivos electrónicos, prolongando así su vida útil, disminuyendo la necesidad de reemplazos costosos y promoviendo un uso más eficiente de los recursos.

La gestión de mantenimiento de osciloscopios que se desarrolló en el Laboratorio Digital Electrónico de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" - Latacunga permitirá maximizar la disponibilidad y confiabilidad de las actividades al ayudar a obtener un mantenimiento adecuado y oportuno que permita garantizar que las actividades disponibles se encuentren en óptimas condiciones para su uso de acuerdo a los requerimientos. minimizar los periodos no planificados de inactividad e interrupciones en los dispositivos con los que se cuenta.

Además, se logrará la optimización de los costos a través de una mejor planificación y programación de las actividades, lo que ayudará a optimizar el uso de los dispositivos tanto para docentes como estudiantes de la Universidad. Así mismo, el mantenimiento preventivo y correctivo reducirá costos de reparaciones al momento de realizar un mantenimiento de los dispositivos.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Desarrollar un plan y sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios presentes en el Laboratorio de Electrónica Digital.

### ***Objetivos Específicos***

- Revisar las especificaciones técnicas de los osciloscopios.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital.

- Desarrollar un sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador para la ejecución de los planes de mantenimiento.

### **Alcance**

El presente trabajo de integración curricular, plantea la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital. Para la elaboración se consideraron ejecutar las siguientes tareas:

- Aprovechamiento de la información y las especificaciones técnicas de los osciloscopios; análisis de los modos alternativos.
- Determinar las actividades y el procedimiento de mantenimiento.
- Crear el plan de mantenimiento.
- Realizar las órdenes de trabajo con antelación.
- Crear un sistema para registrar las órdenes de trabajo y llevar a cabo el plan de mantenimiento utilizando el Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido (GMAO). El plan de mantenimiento se aplicará a cada osciloscopio una vez elaborado, garantizando su ejecución y puesta en funcionamiento.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Los Osciloscopios

Un osciloscopio, según Logicbus S.A. (2018), se puede definir como: “Un instrumento de medición electrónico” lo cual nos permite visualizar la forma de onda de una señal eléctrica y es ampliamente utilizado en diversas aplicaciones, desde la electrónica y las telecomunicaciones hasta la ingeniería y la investigación científica.

Según lo estipulado por el portal Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S. (2011), “El osciloscopio es ampliamente utilizado en la electrónica de señales junto con un analizador de espectro” lo cual el valor de la señal eléctrica se representa visualmente en la pantalla mediante coordenadas y ejes, el eje X generalmente simboliza el tiempo, mientras que el eje Y simboliza el voltaje.

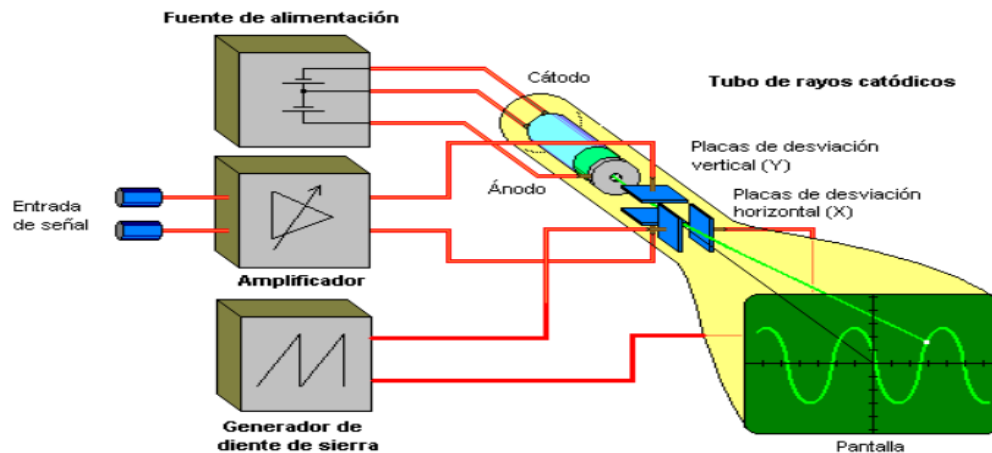
El osciloscopio es un dispositivo ampliamente empleado en campos como la electrónica y la física en la actualidad, lo que permite generar un "oscilograma" o una "forma de onda". Este elemento se utiliza para visualizar y analizar señales eléctricas o magnéticas en relación con el tiempo. El funcionamiento principal se basa en capturar y representar gráficamente el progreso de estas señales, lo que brinda a los especialistas la posibilidad de examinar su comportamiento y características, en concordancia con Final Tesr Mr S.A. (2020), “El oscilograma por lo general, incluyen otra entrada llamada "eje Z" o "cilindro Wehnelt" que controla el brillo del haz, lo que permite resaltar u oscurecer ciertas partes de la pista”.

En los campos de la electrónica y la física, los osciloscopios son una herramienta clave para comprender y solucionar problemas relacionados con circuitos eléctricos, procesos electrónicos, anomalías electromagnéticas y otras cuestiones.

Basado en Logicbus S.A. (2018), “Los osciloscopios pueden clasificarse según su función interna en dos tipos: analógicos y digitales”. Ambos tipos producen teóricamente el mismo resultado. La figura 1 muestra el sistema operativo interno de estos osciloscopios.

### Figura 1

*Funcionamiento interno de un osciloscopio.*



*Nota.* La imagen representa las partes constitutivas de un osciloscopio. Tomado de Final Tesr Mr S.A 2020, <https://www.finaltest.com.mx/product-p/art-9.htm>

### **Utilización General de un Osciloscopio**

Final Tesr Mr S.A. (2020), afirma que:

En un osciloscopio, existen básicamente tres tipos de controles que actúan como perillas para ajustar la señal de entrada, lo que permite realizar mediciones en la pantalla para que pueda ver la forma de onda de la señal que está midiendo el osciloscopio.

- El primero se encarga de controlar el eje x (horizontal) del oscilograma, permitiendo evaluar fracciones de tiempo en diferentes unidades (como segundos, milisegundos, microsegundos, etc.) dependiendo de la precisión del dispositivo.



- El segundo controlador ajusta el eje y (vertical) del osciloscopio y es responsable de controlar el voltaje de entrada. Esta función le permite ajustar la magnitud de la señal que se muestra en el osciloscopio, expresada en unidades de voltios, milivoltios o microvoltios, según las capacidades de resolución del dispositivo.
- Por último, el tercer control es el ajuste del disparador (trigger en inglés), que resulta esencial para sincronizar señales que se repiten de forma periódica. Este control toma como referencia características específicas de la señal, y se pueden utilizar diferentes tipos de disparadores.

Estas regulaciones sugieren Final Tesr Mr S.A. (2020), como base para “Conocer el valor de la señal a medir, tanto en tensión como en frecuencia o periodo”. Sin embargo, es fundamental recordar que el número y tipo de controles puede variar en función del modelo y fabricante del osciloscopio. Algunos osciloscopios más avanzados pueden tener controles adicionales para funciones como la medición automática, el análisis espectral, la generación de ondas sinusoidales, etc.

### ***Parámetros que Afectan la Calidad de un Osciloscopio***

A tenor de la Universidad de Granada, “Los parámetros que afectan a la calidad de un osciloscopio son varios y se utilizan para comparar diferentes modelos disponibles en el mercado” lo cuales son:

- **Ancho de Banda:** Define el rango de frecuencias en las que el osciloscopio puede medir con precisión. Los cálculos van desde 0Hz hasta la frecuencia en la que un sello senoidal parece estar al 70,7% de su valor aplicado (correspondiente a una atenuación de 3dB).

- **Tiempo de Subida:** Este parámetro también es significativo para determinar la frecuencia máxima de utilización del osciloscopio. Es esencial para medir con precisión pulsos y transiciones rápidas entre niveles de tensión.
- **Sensibilidad Vertical:** Indica la capacidad del osciloscopio para amplificar señales débiles; normalmente se expresa en mV por división vertical.
- **Velocidad:** En los osciloscopios analógicos, este parámetro indica la velocidad máxima del barrido horizontal, permitiendo una observación más rápida de los eventos. Suele medirse en nanosegundos por división horizontal.
- **Exactitud en la Ganancia:** Indica la precisión con la que el sistema vertical del osciloscopio amplifica o atiende la señal; suele expresarse como porcentaje máximo de error.
- **Exactitud de la Base de Tiempos:** Indica el nivel de exactitud de la medida horizontal de tiempos del sistema, que suele expresarse como porcentaje máximo de error.
- **Velocidad de Muestreo:** En los osciloscopios digitales, este término hace referencia al número de medidas por segundo que es capaz de realizar el sistema de adquisición de datos (convertor A/D). Para visualizar breves periodos de tiempo, es necesaria una alta velocidad de visualización.
- **Resolución vertical:** Medida en bits, este parámetro representa la precisión con la que los niveles de señal de entrada son convertidos a valores digitales almacenados por el convertidor A/D del osciloscopio.
- **Longitud del Registro:** Indica el número de puntos que se memorizan en un registro para reconstruir la forma de onda. Una mayor longitud de registro permite hacer zooms sobre los detalles al vuelo, pero puede llevar más tiempo visualizar completamente el sello.

- Puesta a Tierra: Es importante conectar adecuadamente el osciloscopio a tierra para garantizar la seguridad en las medidas y evitar posibles peligros eléctricos.

### ***Aplicaciones Generales de un Osciloscopio***

Según Agustín Borrego Colomer (1997), con los osciloscopios se puede realizar lo siguiente:

- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Determinar que parte de la señal es DC y cuál AC.
- Localizar averías en un circuito.
- Medir la fase entre dos señales.
- Determinar que parte de la señal es ruido y como varía éste en el tiempo.

El mismo autor afirma lo siguiente:

Un osciloscopio puede medir una gran cantidad de fenómenos, dados los sensores adecuados (elementos que convierten cantidades físicas en señales eléctricas), podrá proporcionar valores de presión, frecuencia cardíaca, potencia sonora, niveles de vibración en automóviles, etc.

Son uno de los instrumentos más versátiles que existen, utilizados por todos, desde técnicos de reparación de televisores hasta médicos. (Agustín Borrego Colomer, 1997)

### ***Características Generales de un Osciloscopio***

Según lo señalado por OWON Technology Inc, (2012), afirma lo siguiente, sobre las características generales de un osciloscopio:

- Ancho de banda máximo de 200 MHz, frecuencia de muestreo en tiempo real de hasta 2 GS/s.

- 7.6 M de longitud de registro.
- Zoom de forma de onda (horizontal / vertical) y guardado.
- Puntos FFT (longitud y resolución variable).
- Extensión de múltiples ventanas.
- Advertencia de voz fácil.
- Pantalla táctil de alta definición de 8 pulgadas (800 x 600 píxeles).
- Interfaz de comunicación múltiple: USB, VGA, LAN.

### ***Partes del Osciloscopio***

***Panel Frontal:*** El osciloscopio de la serie TDS ofrece un panel frontal simple con distintas funciones para que los usuarios realicen algunas operaciones básicas, en el que se incluyen las perillas y los botones de función.

Las perillas tienen funciones similares a otros osciloscopios, afirman otros autores.

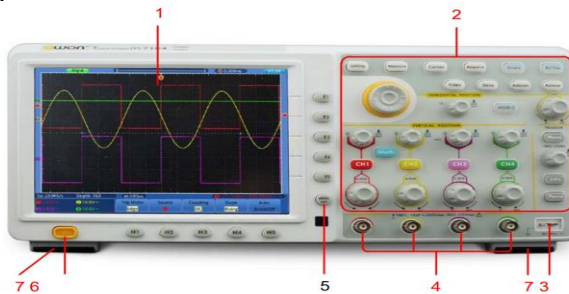
Los 5 botones (F1-F5) en la columna del lado derecho de la pantalla de visualización o en la fila debajo de la pantalla de visualización (H1-H5) son botones de selección de menú, a través de los cuales puede configurar las diferentes opciones para el menú actual.

Los otros botones son botones de función, a través de los cuales puede ingresar a diferentes menús de funciones u obtener una aplicación de función específica directamente.

(OWON Technology Inc, 2012)

## Figura 2

### Panel frontal del osciloscopio modelo DS8104



*Nota.* Esta imagen ilustra la apariencia frontal de un osciloscopio en su diseño. Tomado de OWON Technology Inc, 2012, <https://www.owon.com.hk/index-1.asp>

1. Área de visualización.
2. Área de control (tecla y perilla) 3. Compensación de sonda: Salida de señal de medición (5V/1KHz).
3. Entrada de señal de 4 canales.
4. Menú apagado.
5. Encendido/apagado.
6. Taburete de pie plegable en la parte inferior (que inclina el osciloscopio).

**Panel Trasero:** El osciloscopio de la serie TDS ofrece unas distintas funciones en su parte trasera para que los usuarios realicen algunas operaciones básicas, en el que se incluyen su alimentación y otros periféricos.

**Figura 3**

*Panel trasero del osciloscopio modelo DS8104*



*Nota.* Esta imagen ilustra la apariencia trasera de un osciloscopio en su diseño. Tomado de OWON Technology Inc, 2012, <https://www.owon.com.hk/index-1.asp>

- 1. Puerto host USB:** Se utiliza para transferir datos cuando un equipo USB externo se conecta al osciloscopio considerado como "dispositivo host". Por ejemplo: la actualización del software mediante un disco flash USB necesita usar este puerto.
- 2. Puerto de dispositivo USB:** Se utiliza para transferir datos cuando un equipo USB externo se conecta al osciloscopio considerado como "dispositivo esclavo". Por ejemplo: para usar este puerto cuando conecte la PC al osciloscopio por USB.
- 3. Puerto VGA:** Para conectar el osciloscopio con un monitor o un proyector como salida VGA.
- 4. Puerto LAN:** el puerto de red que se puede usar para conectarse con una PC.

5. El puerto de salida de señal de disparo y salida Pasa/Falla.
6. Conector de entrada de alimentación de CA.
7. Mango.

### ***Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo***

Un plan de mantenimiento es un conjunto de acciones y precauciones necesarias para garantizar que los edificios, equipos y maquinaria sigan funcionando correctamente.

Otros autores consolidan que:

El mantenimiento se entiende como el conjunto de acciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, equipos y maquinaria, etc. puedan seguir funcionando adecuadamente. El mantenimiento es una tarea imprescindible para correcto funcionamiento de cualquier negocio, especialmente de aquel que depende de equipamiento o maquinaria. (By MP\_software, 2022)

### ***Mantenimiento Preventivo***

El mantenimiento preventivo o rutinario, según la fuente de By MP\_software (2022), “Es aquel que se realiza de manera anticipada” con la intención de prevenir la aparición de errores o fallos de funcionamiento en herramientas, dispositivos electrónicos, automóviles y otros componentes de naturaleza similar. Este procedimiento consiste en realizar inspecciones, ajustes y tareas de mantenimiento periódicas de acuerdo con un calendario predeterminado, con el fin de garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos y sistemas y prolongar su vida útil.

El principal objetivo de este mantenimiento para By MP\_software (2022) es: “Prevenir o atenuar las consecuencias de los fallos del equipo para garantizar su funcionamiento fiable y eficaz”. A diferencia del mantenimiento correctivo, que se ocupa de arreglar o restablecer la

funcionalidad de los equipos que han dejado de funcionar o están dañados, el mantenimiento preventivo se lleva a cabo en los equipos que actualmente funcionan según lo previsto.

#### Beneficios de Implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo

- Evitar fallas graves y reparaciones costosas.
- Reducir tiempos muertos por paros.
- Alargar la vida útil de Equipos.
- Mejorar las condiciones de trabajo.
- Disminuir costos del mantenimiento.
- Optimizar los recursos (mano de obra, repuestos, servicios, etc.).

#### ***Mantenimiento Correctivo***

El mantenimiento correctivo o no rutinario, según By MP\_software (2022), “Se refiere a la acción de corregir los fallos detectados en equipos o instalaciones”, y es el método de mantenimiento más básico, consiste en localizar y reparar los fallos o defectos existentes. Un mantenimiento correcto implica reparar todo lo que esté dañado o desgastado.

Algunos autores sostienen lo siguiente:

“Este mantenimiento, se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues puede implicar el cambio de algunas piezas del equipo en caso de ser necesario, siendo muy común en caso de desgaste de las mismas en el equipo de cómputo”. (By MP\_software, 2022)

#### ***Sistema de Mantenimiento Asistido por Computadora***

Conforme a Marc (2019) y Centro de formación técnica para la industria (2021), un sistema de mantenimiento asistido por computadora (GMAO, por sus siglas en inglés) “Es un



software que ayuda a las organizaciones a optimizar los recursos empleados en la gestión del mantenimiento, así como a realizar una mejor gestión de activos, inventario y compras”.

Otros autores afirman:

Se trata de una base de datos que contiene datos sobre la empresa y sus operaciones de mantenimiento y ayuda a garantizar que todas las tareas de mantenimiento se lleven a cabo con mayor eficacia, por lo que la implantación de un sistema GMAO puede ayudar a las organizaciones a maximizar los recursos empleados en la gestión del mantenimiento y a llevar a cabo una mejor gestión. (Wikipedia, 2019)

#### Figura 4

##### *Funciones Básicas de un Sistema GMAO*



*Nota.* Esta imagen señala características básicas de un sistema GMO. Tomado de Centro de formación técnica para la industria. *Qué es un sistema GMAO, para qué sirve y cómo funciona.* Retrieved July 23, 2023, from <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-gmao/>

##### **Características y Funciones más Comunes de un Sistema GMAO**

Según lo señalado por la página Web Work & Work , menciona características y funciones comunes de un sistema GMAO:

- **Mantenimiento preventivo:** Permite programar el mantenimiento de los equipos antes de que se produzcan averías.
- **Materiales e inventario:** Ayuda a gestionar el inventario de piezas de repuesto y los recursos de mano de obra para maximizar la eficiencia;
- **Auditorías y seguimiento del cumplimiento:** Permite realizar auditorías y llevar un registro de la finalización de las tareas de mantenimiento;
- **Informes y cuadros de mando:** Informes y cuadros de mando para analizar el rendimiento del mantenimiento;
- **Monitoreo de condiciones:** Ayuda a monitorear las condiciones de los equipos para detectar posibles problemas.

El uso de un sistema GMAO puede ser muy beneficioso para las organizaciones ya que gestiona sus actividades, inventarios y compras de forma más eficaz, optimizando al mismo tiempo los recursos empleados en la gestión del mantenimiento.

### ***Beneficios de un Sistema GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador)***

Un Sistema GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador), ofrece numerosos beneficios para cualquier organización. Entre los principales beneficios según (SICMA21, 2020), se encuentran los siguientes:

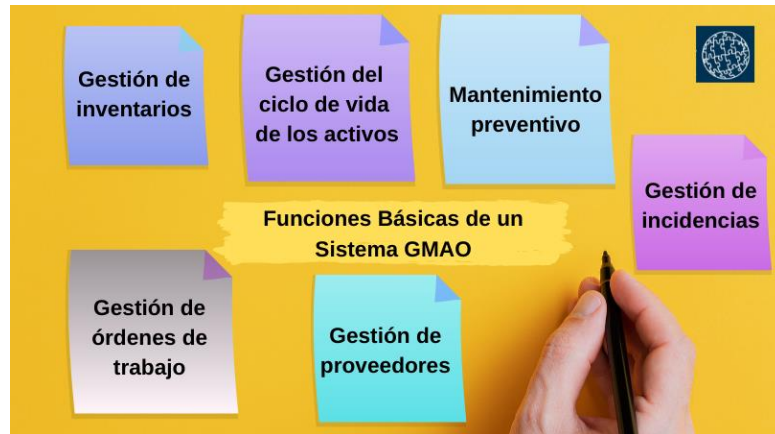
- **Organización del mantenimiento:** Permite programar y gestionar eficazmente las tareas de mantenimiento, al tiempo que se priorizan y maximizan los recursos.
- **Información en tiempo real:** Proporciona una amplia visión general de las actividades y su estado actual, facilitando la toma de decisiones informadas.
- **Órdenes y solicitudes de trabajo:** Automatiza y agiliza la creación y seguimiento de órdenes de trabajo, mejorando la comunicación entre el equipo de mantenimiento.

- **Controlar los retrasos:** Ayuda a evitar demoras en el mantenimiento, reduciendo los tiempos muertos y los costes asociados.
- **Aceleración de reparaciones e inspecciones:** Facilita el acceso a manuales y documentación, lo que permite realizar más rápidamente las tareas de mantenimiento.
- **Mantenimiento preventivo:** Facilita la planificación y ejecución de tareas preventivas, disminuyendo el riesgo de accidentes graves.
- **Gestión de inventarios:** Permite un control preciso de las piezas y materiales necesarios para el mantenimiento, evitando excedentes o faltantes.
- **Reducción de la carga de información:** Simplifica y hace más accesible la información histórica y de procedimiento, reduciendo el error humano.
- **Seguimiento de costes:** Rastrea y analiza los costes asociados a las órdenes de trabajo para permitir una gestión más eficaz de los recursos.
- **Optimización del plan de mantenimiento:** Aproveche al máximo los recursos ajustando la frecuencia de las tareas de mantenimiento en función de los datos y las lecturas de los sensores.
- **Automatizar las solicitudes de trabajo:** Esto elimina los procesos manuales y acelera la creación de órdenes de trabajo.
- **Cumplimiento normativo:** Ayuda a cumplir los reglamentos y normas de seguridad para evitar sanciones y multas.

GMAO ofrece una gestión más eficiente, planificada y efectiva del mantenimiento, lo que se traduce en un aumento de la productividad, reducción de costos y una mayor satisfacción del cliente.

**Figura 5**

*Funciones y beneficios de un sistema GMAO*



*Nota.* Esta imagen señala beneficios de un sistema GMAO. Tomado de SICMA21. *Beneficios de tener instalado un GMAO en tu empresa.* Retrieved July 23, 2023, from <https://www.sicma21.com/beneficios-de-un-sistema-gmao/>

## Capítulo III

### Desarrollo

Para la implementación del sistema de mantenimiento para el Laboratorio de Electrónica Digital se realizó primero una evaluación inicial a los osciloscopios. Cuyo análisis consistió en inspeccionar los equipos de dicho laboratorio e identificar su estado actual, en esta implementación se necesita registrar los datos relevantes, como número de serie, modelo, fabricante, fecha de adquisición, con estos datos recopilados se procedió a realizar una lista de los componentes y sistemas clave que serán de ayuda para la implementación de un sistema de mantenimiento asistido por computador.

#### ***Levantamiento de Información***

Durante el levantamiento de información realizado en el Laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", se pudo demostrar que existen tres osciloscopios con fallas, los mismos que han sido identificados para fines del desarrollo del presente proyecto como:

- Osciloscopio 1: "OWON1LEDESPE"
- Osciloscopio 2: "OWON2LEDESPE"
- Osciloscopio 3: "OWON1LEDESPE"

Estos osciloscopios, muestran problemas específicos que requieren atención y mantenimiento. A continuación, se detalla os casos observados en los tres osciloscopios del laboratorio de electrónica Digital:

- El Osciloscopio "OWON1LEDESPE". Al conectar a la fuente de alimentación, no mostraba señales de encender o ejecutar alguna acción como se muestra en la Figura 6. Inicialmente se deduce que puede presentar fallas en la fuente de

alimentación interna, problemas en el interruptor de encendido/apagado o incluso algún daño en la placa de circuito impreso. Este caso requiere una revisión detallada y posiblemente la reparación o reemplazo de componentes defectuosos.

### Figura 6

*Osciloscopio "OWON1LEDESPE"*



*Nota.* Esta imagen representa al Osciloscopio "OWON1LEDESPE" con una falla en el encendido

- El Osciloscopio "OWON2LEDESPE". Presenta un problema distinto, ya que solo se encendía una luz indicadora de referencia a tierra de los circuitos, pero la pantalla no mostraba ninguna imagen o información como se muestra en la Figura 7. Esta situación podría estar relacionada con un fallo en el módulo de visualización, un defecto en la pantalla LCD, un cable de conexión suelto o dañado, o incluso un problema en la placa controladora. Será necesario investigar y realizar pruebas para determinar la causa exacta y proceder con la reparación correspondiente.

### Figura 7

*Osciloscopio "OWON2LEDESPE"*

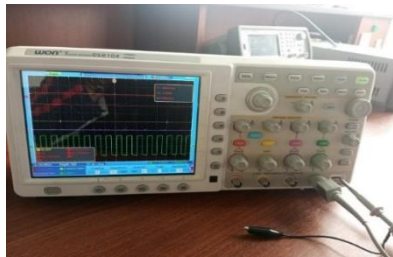


*Nota.* Esta imagen representa al Osciloscopio “OWON2LEDESPE” del laboratorio de electrónica Digital lo cual presenta una falla de encendido de la pantalla.

- El Osciloscopio “OWON3LEDESPE”. Presenta un comportamiento específico en uno de sus canales. Todos los canales mostraban señales correctas, excepto el cuarto canal, el cual no mostraba una señal estable como se muestra en la Figura 8. Esta situación puede indicar un problema en el amplificador de señal del cuarto canal, una conexión defectuosa en el conector del canal o incluso un fallo en la configuración del osciloscopio. Para resolver este problema, se requerirá una inspección minuciosa y posiblemente la calibración o reparación del canal afectado.

### **Figura 8**

*Osciloscopio “OWON3LEDESPE”*



*Nota.* Esta imagen representa al Osciloscopio “OWON3LEDESPE” del laboratorio de electrónica Digital lo cual presenta una falla en el 4to canal.

Estos casos que fueron detectados durante la recolección de información resaltan la necesidad de poner en marcha un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas, o "ESPE". Un plan de mantenimiento estructurado permitirá atender con prontitud y eficacia estos errores, asegurando el funcionamiento confiable de los equipos y prolongando su vida útil.

Además, se recopilaron otros datos relevantes que también deben tenerse en cuenta en la implementación y aplicación del plan de mantenimiento preventivo y correctivo. A continuación, se detalla en el siguiente cuadro didáctico.

**Tabla 1**

*Tabla de datos relevantes para el mantenimiento*

<p><b>Tiempo de uso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registre el tiempo que se ha utilizado cada osciloscopio desde la compra original. Proporciona información sobre la vida útil del equipo y puede ser necesario para determinar los intervalos de mantenimiento.</li> </ul>
<p><b>Historial de mantenimiento anterior</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recopiló información sobre cualquier mantenimiento o reparación previa realizada en los osciloscopios del laboratorio. Esto incluye las fechas, las acciones realizadas y los resultados obtenidos.</li> </ul>
<p><b>Uso y condiciones ambientales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evaluaron las condiciones de uso y el entorno en el que se encuentran los osciloscopios. Esto puede incluir aspectos como la frecuencia de uso, la temperatura y humedad ambiente, la limpieza del entorno y la manipulación adecuada por parte de los usuarios</li> </ul>
<p><b>Capacitación dirigido a usuarios de los equipos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evaluó el nivel de conocimiento y capacitación del personal encargado del mantenimiento de los osciloscopios. Esto es crucial para asegurar que el personal esté capacitado en la identificación de problemas, la realización de acciones de mantenimiento adecuadas y la utilización correcta de herramientas y equipos de diagnóstico.</li> </ul>

*Nota.* La Información presentada son parámetros que se consideraron para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

Teniendo en cuenta todos estos datos recopilados durante la recogida de información, se elaboró un plan de mantenimiento más exhaustivo y adaptado a los requisitos exclusivos de los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica. Este plan abordará los problemas identificados, pero también se centrará en prevenir futuros fallos y optimizar el rendimiento y la vida útil de los equipos.



### ***Sistema de Mantenimiento Preventivo y Correctivo***

Para garantizar el correcto funcionamiento y alargar la vida útil del osciloscopio del laboratorio de Electrónica Digital, es imprescindible disponer de un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo. Estas son algunas de las características que podría tener un software de este tipo:

#### ***Mantenimiento Preventivo***

- Verificar periódicamente el estado general del osciloscopio (interno y externo).
- Revisar los elementos que componen el osciloscopio, como conectores, perillas, botones, cables, etc.
- Limpiar el osciloscopio periódicamente para evitar la acumulación de polvo y suciedad.
- Calibrar periódicamente el osciloscopio para garantizar mediciones precisas.
- Actualizar el firmware y software del osciloscopio.

#### ***Mantenimiento Correctivo***

- Solución de problemas del osciloscopio.
- Reparar o reemplazar las piezas dañadas.
- Pruebas funcionales después de los ajustes.

Vale la pena señalar que el mantenimiento preventivo debe realizarse de manera regular y planificada, mientras que el mantenimiento correctivo se realiza en caso de fallas o problemas específicos.

### **Sistema de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para los Osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital Mediante un Sistema Asistido por Ordenador**

Utilizando un software especializado que gestione el equipo y programe las tareas de mantenimiento, los osciloscopios pueden programarse para un mantenimiento preventivo y

correctivo. Este software puede incluir herramientas para gestionar los registros de mantenimiento, programar las tareas de mantenimiento, gestionar los presupuestos y los suministros necesarios para el mantenimiento, entre otras cosas.

Es fundamental recordar que el mantenimiento preventivo debe realizarse de forma rutinaria y planificada, mientras que el mantenimiento correctivo se lleva a cabo en respuesta a un fallo o problema específico. Además, se aconseja que el mantenimiento del osciloscopio lo realice personal formado.

### ***Desarrollo del Sistema de Mantenimiento Asistido por Computadora***

En base a los datos recopilados durante el levantamiento de información, se ha iniciado el desarrollo de un software de Mantenimiento Asistido por Computadora (CMMS, por sus siglas en inglés) utilizando Excel Visual Basic su logo se representa en la Figura 9.

#### **Figura 9**

*Visual Basic for Applications*



*Nota.* La imagen presenta el logo de VBA Macro. Tomado de GitHub -

Arjun491/Ticket\_Tracker\_System\_Macro: VBA is one of the top 5 programming language; old but gold, I did created a VBA Excel Ticket Management System that keep records of ticket status and Help to reduce the tracking workload of incident / minor cases

### ***Visual Basic for Applications (VBA)***

VBA es el lenguaje de programación utilizado en Excel para crear y gestionar macros. Los usuarios pueden crear sus propias instrucciones personalizadas y algoritmos sofisticados

utilizando VBA para automatizar tareas en Excel de una forma más sofisticada y compleja. Para crear soluciones personalizadas, VBA permite utilizar estructuras de control como bucles y condicionales, así como acceder a las características y funciones internas de Excel.

El programador de Excel que esté familiarizado con Visual Basic es muy útil para las capacidades de automatización de Excel. Es posible desarrollar macros más complejas, manipular datos, generar informes personalizados, integrarse con otras aplicaciones

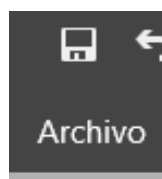
### ***Pasos para la Realización de Aplicaciones VBA***

Para activar la pestaña Programador o Desarrollador en Excel y acceder a las funciones y herramientas para comenzar a diseñar aplicaciones con VBA, se realizaron los siguientes pasos:

- Seleccione Excel y de click, en el lado izquierdo se encontrará una pestaña "Archivo" en la barra de herramientas superior.

### **Figura 10**

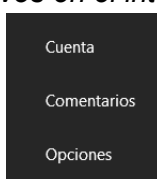
*Opción archivo del Excel para poder activar el desarrollador*



- En el menú desplegable de la parte izquierda, seleccione "Opciones".

### **Figura 11**

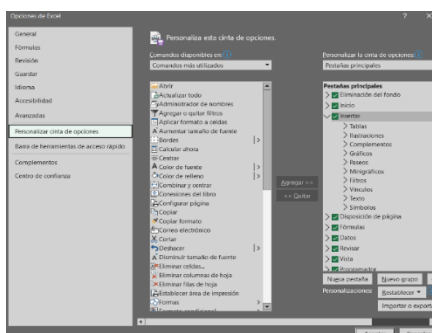
*Menú desplegable dentro de archivos en el interfaz de configuraciones*



- Se abrirá una ventana de diálogo donde se presiona un click en la opción "Personalizar cinta de opciones" en el panel izquierdo.

**Figura 12**

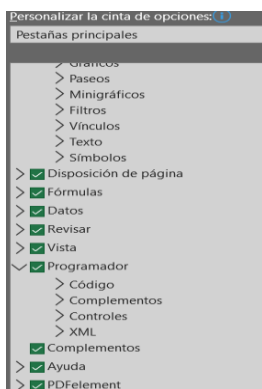
*Funcionalidades dentro del menú opciones de Excel*



- En la lista de pestañas principales, se marca la casilla "Programador" para habilitarla.

**Figura 13**

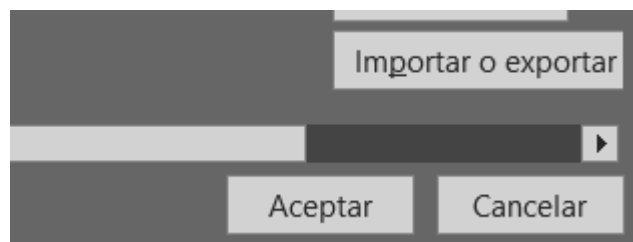
*Activación del programador en Excel para aplicaciones VBA*



- Finalmente haga click en "Aceptar" para aplicar los cambios correspondientes.

**Figura 14**

*Opciones para guardar cambios*



Una vez ya activado la pestaña Programador, se accede a la barra de herramientas que está en la parte superior de Excel.

**Creación y edición de formatos VBA**

- Seleccionar la pestaña "Programador" como siguiente paso.

**Figura 15**

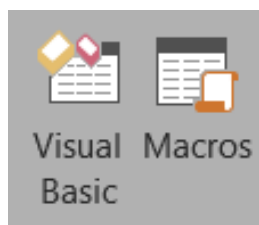
*Barra de herramientas en Excel con la pestaña programador activada*



- En el grupo "Código", seleccione "Visual Basic" para abrir el Editor de Visual Basic.

**Figura 16**

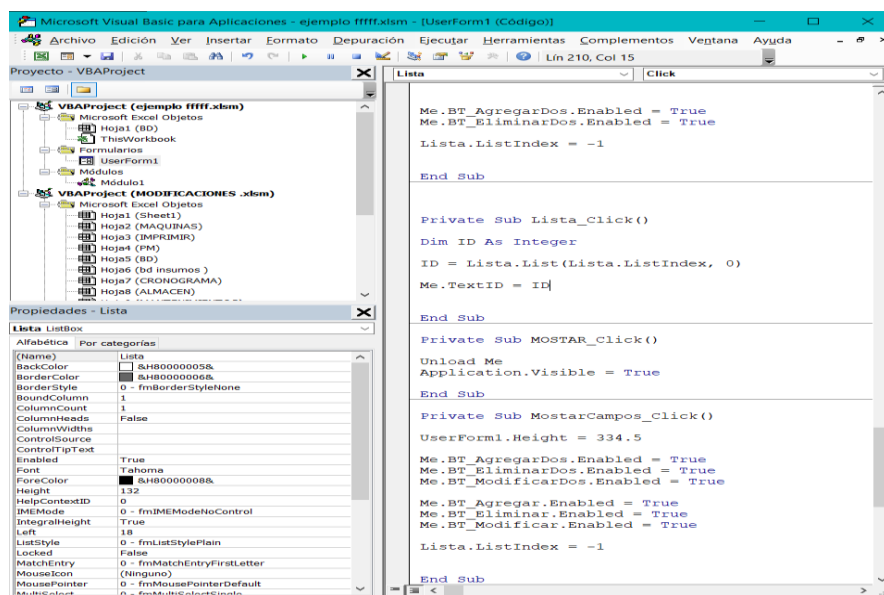
*Iconos Visual Basic dentro de cintas de opciones en Excel*



- En el Editor de Visual Basic para crear nuevos módulos o formularios haga click derecho en el panel del Proyecto en el lado izquierdo y seleccionando "Insertar" -> "Módulo" o a la vez "Formularios".

**Figura 17**

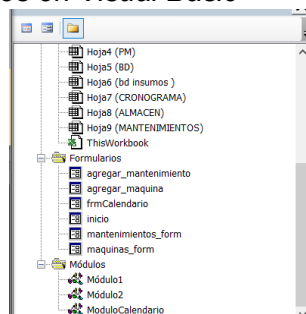
*Iconos Visual Basic dentro de cintas de opciones en Excel.*



- En los módulos de código se puede escribir o pegar el código VBA para crear o modificar los formularios o aplicaciones en Excel o dependiendo la necesidad.

**Figura 18**

*Panel módulos, hojas y formularios en Visual Basic*



Una vez activada la macro Excel para crear el "GMAO" en aplicaciones VBA, se empezó a trabajar en el desarrollo de una interfaz PowerPoint dinámica y comprensible. Esto facilitará a los usuarios del sistema y al personal de mantenimiento la localización y utilización de las herramientas mencionadas en el sistema.

Para acceder y llevar a cabo las distintas funciones asociadas al mantenimiento preventivo y correctivo del sistema que se va a implantar, se procede a crear botones e iconos personalizados para la interfaz. Estos botones se crearon para que fueran visualmente atractivos y, al mismo tiempo, tuvieran en cuenta la experiencia del usuario y la usabilidad, con el fin de facilitar la interacción y la gestión del sistema.

### Figura 19

*Interfaz PowerPoint de las ilustraciones del Sistema Asistido por Computador creado en Excel*



El diseño de la interfaz visual se ha basado en el análisis de datos recogidos previamente, lo que ha permitido identificar las variables y acciones necesarias para realizar un mantenimiento adecuado del osciloscopio. Estas variables se han construido como botones que, al ser elegidos por los usuarios, activarán las funciones correspondientes.

El sistema desarrollado ofrece una experiencia visualmente atractiva y útil, utilizando elementos de diseño apropiados como colores, formas y tamaños para facilitar la identificación y elección de las variables necesarias. Para garantizar una navegación clara y eficaz, también se ha tenido en cuenta la colocación lógica de los botones y la organización de la información.

La implementación de esta interfaz visual en PowerPoint permite una mayor flexibilidad y personalización en comparación con otras herramientas de desarrollo. Además, se ha aprovechado la potencia y versatilidad del lenguaje VBA para programar las acciones y funcionalidades específicas del formulario, brindando una solución técnica precisa y eficiente.

### ***Creación de la Interfaz Visual del Sistema Asistido por Computador***

El principal funcionamiento de la interfaz del sistema asistido por ordenador es proporcionar una herramienta eficaz para gestionar y optimizar el mantenimiento de los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital. El software cuenta con una serie de variables clave para garantizar su funcionalidad y utilidad con una interfaz de usuario amigable. Para ello, se agregaron los logos de la universidad y de la carrera, también se decidió qué variables se utilizarían para agregar datos y gestionar el mantenimiento asistido por computadora, como se muestra en la siguiente figura 20.

### **Figura 20**

*Interfaz principal sistema asistido por computador*





### ***Identificación e Implementación de Variables y Formulario para el Sistema de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.***

Una de las variables es la capacidad de “**Agregar equipos**”, lo cual permitirá mantener un inventario completo de todos los osciloscopios presentes en el laboratorio. Esta funcionalidad incluye la capacidad de registrar información detallada sobre cada equipo, como su número de serie, modelo, fecha de adquisición e imagen del equipo tal y como lo muestra la Figura 21.

#### **Figura 21**

*Ventana e Interfaz para agregar equipos al sistema*



The image shows a web-based form titled "AGREGAR MÁQUINAS" (Add Machines) for the Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). The form includes the following fields and elements:

- Máquina/Equipo:** A text input field.
- Marca:** A text input field.
- Modelo:** A text input field.
- Fabricante:** A text input field.
- Código / # Serie:** A text input field.
- Área:** A dropdown menu.
- Horas que trabaja por día:** A text input field with a value of "8" and a unit "h".
- Otras Observaciones:** A text area with the value "Ninguna".
- Cargar imagen:** A button with a folder icon.
- Navigation icons:** A back arrow icon and a search icon.

The header of the form features the ESPE logo, the text "UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS", and a "100 años" anniversary logo.

En el formulario principal, se ha incluido una funcionalidad adicional que es el “**Inventario de los equipos**”. Esta funcionalidad permite llevar un registro y búsqueda de las máquinas agregadas en el formulario anterior, brindando mayor organización y facilidad de acceso a la información requerida, su interfaz se indica en la figura 22.

**Figura 22**

*Interfaz inventario de los equipos*

Máquinas-Equipos	Marca	Modelo	Fabricante	Código	Observaciones	Area
OSCILOSCOPIO	25455DFGH	OWON	OWON	54992	3 EN MANTENIMIENTO	
osciloscopio	OWON	1234	Owon	xcaos1234	Ninguna	La Digital
MOTOR DC-AC	4546	X542	DISENC	79456	SE REQUIERES MANTENIMIENTO PREVENDI	AREA A
LAPTO DC	5478	XDFERA	HP DRA	5412	FALLOS EN EL MICRO	LABORATORIO 2
MAUSE	ASUS	5353	ausushjk	Adsad42	placa fallosa	LABORATORIO 3
DFSDFDSF	DSFSDFS	DFSDF	SDFSDFSD	DFSDF	NingunaSDFSDF	
SADFGHMLJK	SADFGH	DSFGHJ	SADFGHJ	SDFH	Ninguna	LABORATORIO 1
NJEYTSER	12345654W	ASESD4RST6HYTGf	DSDFRTGYSTR	DSFDFDF	Ninguna	LABORATORIO 3

Se han establecido campos específicos en el inventario que proporcionan información técnica sobre cada máquina, como la marca, el modelo, el fabricante, el código y cualquier otra observación pertinente. Estos campos, permiten una descripción exhaustiva de cada máquina y proporcionan la información necesaria para su identificación y mantenimiento, como se puede ver en la figura 23.

**Figura 23**

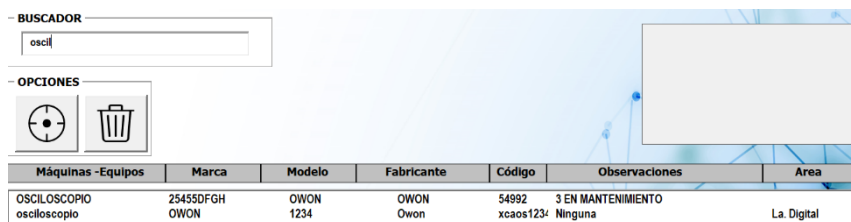
*Datos técnicos de los equipos ingresados*

Máquinas-Equipos	Marca	Modelo	Fabricante	Código	Observaciones	Area
OSCILOSCOPIO	25455DFGH	OWON	OWON	54992	3 EN MANTENIMIENTO	
osciloscopio	OWON	1234	Owon	xcaos1234	Ninguna	La. Digital
MOTOR DC-AC	4546	X542	DISENC	79456	SE REQUIERES MANTENIMIENTO PREVENDI	AREA A
LAPTO DC	5478	XDFERA	HP DRA	5412	FALLOS EN EL MICRO	LABORATORIO 2

Se ha implementado un apartado de búsqueda, que facilita la búsqueda de determinados equipos dentro del inventario para mejorar la experiencia del usuario. Este apartado de búsqueda permite a los usuarios introducir criterios de búsqueda como un código o el nombre de un equipo, y mostrará de forma rápida y eficaz resultados que sean similares.

## Figura 24

Funcionalidades dentro de la interfaz inventario de equipos



Además, se han añadido botones adicionales al formulario, como el botón "**Salir**", que permite cerrar el formulario de forma controlada y volver a la interfaz principal. Además, se ha añadido el botón "**Eliminar**", que da a los usuarios la opción de eliminar del inventario los equipos no deseados manteniendo la exactitud del registro.

## Figura 25

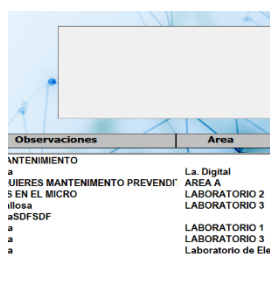
Botones Salir y eliminar



La posibilidad de que el inventario "**muestre imágenes cargadas**" del formulario anterior para cada máquina elegida es una característica adicional. Esto proporciona una visualización adicional que puede ser útil para una rápida identificación y referencia de los equipos en el inventario.

## Figura 26

Cuadro indicador de imagen.



El sistema tendrá una sección dedicada a la “**Creación y gestión órdenes de trabajo**” para el mantenimiento preventivo y correctivo de los osciloscopios. Esto permitirá establecer tareas, calendarios y responsabilidades específicas para el mantenimiento de cada equipo, mejorando el rendimiento y alargando la vida útil.

Esta característica facilitará el seguimiento de las tareas de mantenimiento asignadas al permitir registrar y actualizar el estado de cada orden de trabajo, asignar técnicos responsables y programar fechas de ejecución.

### Figura 27

*Interfaz gestiones de órdenes de trabajo*

The screenshot shows the ESPE (Universidad de las Fuerzas Armadas) interface for managing work orders. At the top, there is the ESPE logo and a 100th anniversary emblem. Below the logo, the text reads "UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA". The main content area is divided into two sections: "LISTA DE ORDENES DE TRABAJO" and "FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS".

The "LISTA DE ORDENES DE TRABAJO" section contains a table with the following columns: N°, EQUIPO, EMISION, PRIORIDAD, ACTIVIDAD A REALIZAR, F. INICIO, and ESTADO. The table is currently empty. To the right of this table are three buttons: "REALIZADO", "PENDIENTE", and "IMPRIMIR".

The "FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS" section contains a table with the following columns: EQUIPOS, MARCA, MODELO, AREA, and PDF FICHA TECNICA. This table is also empty. To the right of this table are two buttons: "CARGAR" and "VISUALIZAR PDF". Below these buttons is a circular icon with a central dot and a surrounding ring.

El sistema contará con una interfaz de formatos de orden de trabajo en la que se permite visualizar las características principales de cada uno de los equipos, la situación de orden de trabajo, riesgos de trabajo, equipos de protección, entre varias actividades más. El modelo de interfaz de formatos OT se muestra en la figura 28.

Figura 28

Interfaz de Formatos de órdenes de trabajo

ORDENES DE TRABAJO


**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**ORDENES DE TRABAJO** N° ORDEN: 2  
**DATOS GENERALES**  
 ID Mantenimiento:  Equipo:  Modelo:  Fecha de Emisión: 24/07/2023  
 Solicitante:  Encargado del Mantenimiento:  Datos del Solicitante y Encargado  
 Nivel de prioridad:  URGENTE  IMPORTANTE Tipo de Mntenimiento:   
**DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO**  
 DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO:   
**OBSERVACIONES**  
  
**DESCRIPCION DE INSUMOS**  
  
 PRECIO TOTAL DE INSUMOS:   
**SITUACION DE LA ORDEN**  
 Finaliza  Pendiente  
 Fecha de inicio:   
 Fecha final:   
**RIESGOS DEL TRABAJO (PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)**  
 Alto nivel de ruido. Acoséjable el uso de protectores acústicos.  
 Tránsito a ruido. Absolutamente obligatorio el uso de protectores acústicos.  
 Golpes en la cabeza (muchos vigas y cables) e a altura de la cabeza). Obligatorio el uso de casco.  
 Algunas zonas calientes. Usar protectores para no tocar zonas marcadas como calientes.  
 Partes móviles. Precaución para no tocar partes en movimiento. Controlar buen estado de las protecciones.  
 Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular los equipos bajo tensión.  
 Productos químicos abrasivos. Evitar el contacto con la piel.  
 Otros:  
**EQUIPOS DE PROTECCION**  
 Casco  Guantes antielectrónicos  Calzado adecuado  Pulseras antielectrónicas  
 Proteles acústicas  De seguridad  Otros:  
**ACTIVIDADES REALIZADAS** Autorizado por:   
 Detalle las Actividades realizadas o a Realizar:

Hay una sección dentro de la función de "formatos de órdenes de trabajo" llamada "datos del solicitante y del asignado" que muestra una interfaz flotante para introducir la información personal del solicitante y del asignado, como sus nombres, apellidos, números de teléfono, números de la seguridad social y direcciones de correo electrónico, conforme se refleja en la figura 29.

Figura 29

Interfaz datos del solicitante y encargado

Datos del Solicitante


**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**Datos Personales del Solicitante**

Nombres:   
 Apellidos:   
 Celular:   
 Cédula:   
 Correo:

**Datos Personales del Encargado**

Nombres:   
 Apellidos:   
 Celular:   
 Cédula:   
 Correo:

Además, se incluirá un modelo de cronograma de mantenimiento mostrado en la figura 30, que mostrará visualmente las actividades programadas y sus plazos asociados. Esto ayudará a organizar y gestionar eficazmente las tareas de mantenimiento, evitando conflictos y garantizando que los osciloscopios estén disponibles para los estudiantes.

### Figura 30

*Interfaz de cronograma de los mantenimientos cercanos o expirados.*

Id. M	Id. E	Equipo
1	1	Osciloscopio
2	1	Osciloscopio #10

La interfaz de usuario para los datos de usuario muestra una lista de información personal, incluidos nombres, números de teléfono, números de la seguridad social y direcciones de correo electrónico, tanto para el solicitante de mantenimiento como para el coordinador de mantenimiento, como se muestra en la figura 31.

### Figura 31

*Interfaz de los datos de usuario*

Nombres	Apellidos	Celular	Cédula	Correo Electrónico
NEYSER ALEXANDER	DOMÍNGUEZ SUÁREZ	985105981	2450346560	NEYSERDOMINGUEZ108@HOTMAIL.COM
Neyser Alexander	Domínguez Suárez	98559081	2450346560	neyserdominguez10@hotmail.com

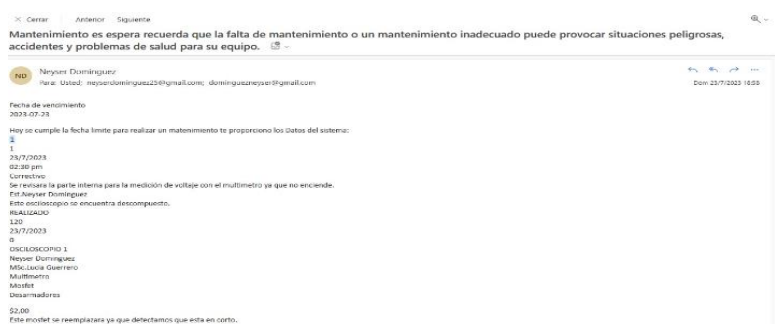
  

Nombres	Apellidos	Celular	Cédula	Correo Electrónico
NEYSER ALEXANDER	DOMÍNGUEZ SUÁREZ	985105981	2450346560	neyserdominguez10@hotmail.com
NEYSER ALEXANDER	DOMÍNGUEZ SUÁREZ	985105981	2450346560	neyserdominguez10@gmail.com
NEYSER ALEXANDER	DOMÍNGUEZ SUÁREZ	985105981	2450346560	dominguezneysa@gmail.com
NEYSER ALEXANDER	DOMÍNGUEZ SUÁREZ	985105981	2450346560	
Joselyn Cecilia	Tenemaza Albarracín	969390775	1754953054	Jose_borja@hotmail.com

El correo electrónico previamente guardado en los datos de encargado de mantenimiento permite enviar un correo con información acerca de las actividades realizadas en el mantenimiento del equipo y el estado en el que se encuentra, como se observa en la figura 32.

**Figura 32**

*Mensaje del Sistema al correo electrónico*



Finalmente, se incluyó la generación de formatos de impresión señalados en la figura 33. Estos formatos podrán ser utilizados por los estudiantes o el personal designado para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo. Estos formatos, proporcionarán instrucciones claras y completas sobre las acciones a realizar, los procedimientos a seguir y las consideraciones clave a tener en cuenta en el mantenimiento de los osciloscopios.

**Figura 33**

*Formato de impresión con los datos del sistema*

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE" SEDE LATACUNGA MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR	
ORDEN DE TRABAJO	N°: 15
DATOS GENERALES DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Máquina-Equipo:	OSCILOSCOPIO 4
Marca:	OWON 554
Fabricante:	OWON X5
Modelo:	14
DATOS DEL MANTENIMIENTO	
DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO	FALLA 3
Tipo: PREVENTIVO	SITUACION Pendiente
PRECAUSIONES	Otros:
Observaciones:	
INSUMOS / MATERIALES	
MOSFET X3	
SOLICITUD ORDEN DE TRABAJO:	neysy
AUTORIZADO POR:	

La creación de este sistema mediante Excel y Visual Basic ofrece una solución integral para la gestión del mantenimiento de los osciloscopios del Laboratorio Digital Electrónico. Con funcionalidades como inventario de equipos, plan de mantenimiento, gestión de órdenes de trabajo, cronogramas de mantenimiento y formatos de impresión, será más fácil realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, garantizando el mejor rendimiento de los equipos y ayudando en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

### ***Aplicación del Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador en Excel para el Mantenimiento Correctivo de los Osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital***

La propuesta principal del mantenimiento correctivo es corregir fallos o errores en equipos, sistemas o instalaciones que ya no están funcionando.

Se inicia con el desmontaje para evaluar al osciloscopio “OWON1LEDESPE” y se determina su falla con pruebas básicas mediante mediciones con el multímetro.

#### ***Paso 1: Desmontaje del osciloscopio***

Se realizó los aislamientos y desconexiones del equipo de acuerdo a las normas respectivas desmontando el osciloscopio con la utilización de herramientas y técnicas necesarias como los desarmadores, llaves, brochas y franelas para su respectiva limpieza.

#### **Figura 34**

*Desmontaje del osciloscopio “OWON1LEDESPE”*



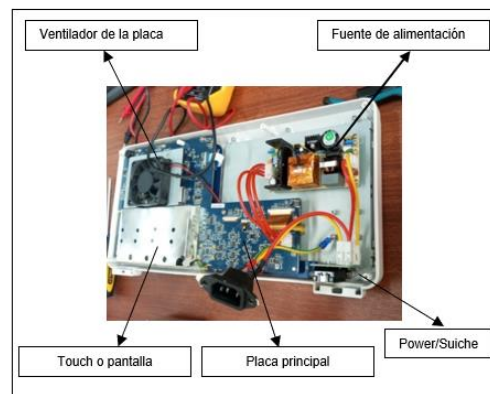


### **Paso 2: Identificación de la falla**

Dentro de este paso se hizo un reconocimiento de los componentes internos del osciloscopio como es la fuente de alimentación, la placa interna del osciloscopio, el ventilador y la pantalla como se muestra en la figura 35, además de ello se realizó las respectivas mediciones de cada uno de los componentes identificando la falla.

#### **Figura 35**

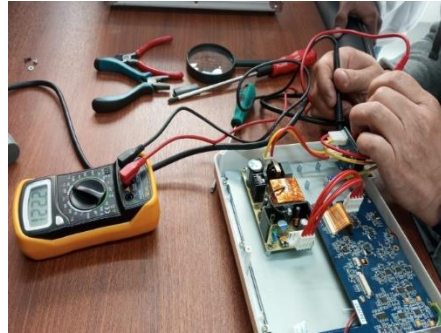
*Componentes internos del osciloscopio "OWON1LEDESPE"*



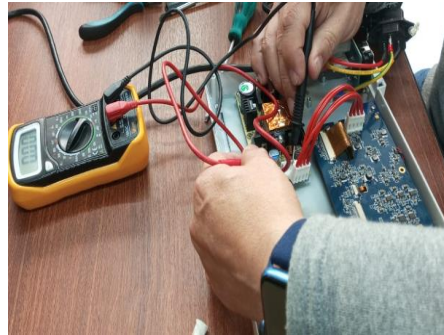
Las medidas de la entrada de tensión al osciloscopio, mostradas en la figura 36, condujeron a la identificación del fallo en el MOSFET, ya que produjo una lectura no correspondiente a la carga de capacitancia interna, para la que no debería obtenerse ningún valor. Como resultado, con las mediciones de cada componente de la fuente de alimentación, realizadas como se muestra en la Figura 35, se descubrió el fallo. De acuerdo con todas las mediciones, el oscilador 532 RAY también mostró una falla porque no emitió ningún tipo de señal según su data sheet en la salida de la placa para los elementos subsiguientes, como se ve en la figura 36 y 37.

**Figura 36**

*Medición de voltaje de entrada al osciloscopio*

**Figura 37**

*Medición de voltaje de salida del osciloscopio*

**Paso 3. Registro de incidencia**

Una vez finalizada la recopilación de información y la identificación del fallo, se debe realizar un registro del incidente, que debe incluir información como la hora en que se descubrió el fallo, una descripción de la avería, si el sistema se ha visto afectado y cualquier detalle pertinente que ayude a comprender el fallo. Para ello, se ha desarrollado un sistema de gestión del mantenimiento “Asistido por Computador”, en el que se detalla cada tarea de mantenimiento, avería e información relacionada. La figura 38 muestra un menú del sistema en el que se puede elegir la interfaz de trabajo; en este caso, sería necesario añadir equipos e introducir datos específicos del osciloscopio para evitar malentendidos.

**Figura 38**

*Menú principal del Sistema Asistido por Ordenador*



Para evitar malentendidos a la hora de trabajar con los equipos disponibles en el laboratorio de Electrónica Digital de la universidad, se introdujo los datos necesarios del osciloscopio en la interfaz ya creada para añadir equipos, incluidos el nombre del equipo, la marca, el fabricante, el modelo, el código, el área y las horas de trabajo. También se subió una imagen del equipo en cuestión. Una vez introducidos, los datos del solicitante se almacenan en una base de datos dentro de una tabla dinámica creada en un documento Excel.

**Figura 39**

*Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Agregar Equipo”*

Para confirmar que la máquina se ha registrado correctamente, se ingresa a la interfaz de Inventario de Equipos, donde se encuentra una lista de equipos registrados anteriormente, tal y como se muestra en la figura 40. Esta misma tabla, que incluye el nombre de la máquina, la marca, el modelo, el fabricante, el código, las observaciones, la zona y una imagen de la máquina, permite las funciones de búsqueda y eliminación de la máquina.

**Figura 40**

*Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Inventario de Equipos Registrados”*

Equipos	Marca	Modelo	Fabricante	Código	Observaciones	Área
Osciloscopio	WON	OWON	Touch Screen	DT8104	Ninguna	Laboratorio de Electronica Digital

Una vez confirmado que el equipo está correctamente almacenado en la base de datos, se utiliza el formulario de agregar mantenimiento. En él se solicitan datos como el número de serie del equipo, la fecha y hora de recepción y entrega, el tipo de mantenimiento, la duración y el personal de mantenimiento que aparece en la figura 41. Una vez que se introduce los datos se guarda y refleja una ventana comunicada que los Datos han sido ingresados correctamente.

Figura 41

## Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Agregar Mantenimientos”

**AGREGAR MANTENIMIENTO**

**FECHA:** 24/07/2023 **HORA:** 12:57 am **MÁQUINA:** Osciloscopio

**FECHA DE ENTREGA:** 28/07/2023 **ID MÁQUINA:** 1

**DESCRIPCIÓN DE MANTENIMIENTO:** El osciloscopio presenta falla en la fufete de alimentación por lo que se solicita realizar su respectiva reparación.

**PREVENTIVO O CORRECTIVO:**  M. Preventivo  M. Correctivo

**PROGRAMAR SIGUIENTE MANTENIMIENTO número de días:** 0

**TIEMP. MTTTO (min):** 44 **¿REALIZADO?:**  Si  No

**INSUMOS REQUERIDOS PARA EL MANTENIMIENTO**

Insumos	Cantidad	Precio Uni	Total:
1 Descontaminadores	1		0
2 Brocha	1		0
3 Franela	1		0
4 Mueft	1	4	4
<b>Total:</b>			\$4,00

**DESCRIPCIÓN DE INSUMOS:** 0 de similitud se procedo con la compra de un mueft que reemplazo al original.

**MANTENIMIENTO INGRESADO POR:** E. el Noyez Dominguez

**ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO:** Joselyn Tenenaza

**AUTORIZADO POR:** Ing Lucia Guerrero

**GUARDAR SALIR**

Ya ingresados todos los datos relevantes del equipo y descripción del mantenimiento que se va a realizar a los equipos se ingresa a la opción Formatos de órdenes de trabajo como se muestra en la figura 42, la que solicita el ingreso de datos como el ID de mantenimiento, equipo, solicitante, nivel de prioridad, tipo de mantenimiento, descripción de mantenimiento, observaciones, descripción de insumos, riesgos del trabajo, equipos de protección, situación de la orden y actividades realizadas, misma que no podrá ser guardada correctamente sin ingresar los datos personales tanto del solicitante como del encargado del mantenimiento, que serán registrados mediante la interfaz datos solicitante representado en la figura 43.

Figura 42

## Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Gestión de Órdenes de trabajo”

**ORDENES DE TRABAJO**

**DATOS GENERALES**

**ID Mantenimiento:** 1 **Equipo:** Osciloscopio **Modelo:** Touch Screen **Fecha de Emisión:** 24/07/2023

**Solicitante:** **Encargado del Mantenimiento:** Rivero Dominguez **Datos del Solicitante y Encargado**

**Nivel de prioridad:**  URGENTE  IMPORTANTE **Tipo de Mntenimiento:** Correctivo

**DESCRIPCIÓN DE MANTENIMIENTO**

Se revisara la parte interna para la medición de voltaje con el multímetro ya que no avisa.

**OBSERVACIONES**

Este osciloscopio se encuentra descompuesto.

**DESCRIPCIÓN DE INSUMOS**

Multímetro  
Mueft  
Descontaminadores

**PRECIO TOTAL DE INSUMOS:** \$2,00

**RIESGOS DEL TRABAJO (PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)**

Alto nivel de ruido. Recomendable el uso de protectores acústicos.  
 Sacaos ruido. Absolutamente obligatorio el uso de protectores acústicos.  
 Golpes en la cabeza (muchos vigos y salientes a la altura de la cabeza). Obligatorio el uso de casco.  
 Algunos sonde calientes. Tomar precauciones para no tocar zonas calientes como calientes.  
 Partes móviles. Precaución para no tocar partes en movimiento. Controlar buen estado de las protecciones.  
 Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular los equipos bajo tensión.  
 Productos químicos: ácidos/bases. Evitar el contacto con la piel.  
 Otros:

**EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

Casco  Cuernos antirrádio  Calzado adecuado  Pulseras antistáticas  
 Protec. acústicos  Delantal o bata  Otros:

**SITUACIÓN DE LA ORDEN**

Finaliza  Pendiente

**FECHA DE INICIO:** 27/06/2023 **FECHA FINAL:** 28/07/2023

**ACTIVIDADES REALIZADAS**

Detalle las Actividades realizadas o a realizar

**Autorizado por:** MSc. Lucia Guerrero

**GUARDAR SALIR**

Figura 43

Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Datos del solicitante y encargado”

**Datos Personales del Solicitante**

Nombres: Reyser Alexander

Apellidos: Dominguez Subenz

Celular: 09955951

Cédula: 2450345560

Correo: reyserdominguez10@hotmail.com

**Datos Personales del Encargado**

Nombres: Joselyn Cejlla

Apellidos: Tenemaza Albarracn

Celular: 0999390775

Cédula: 1754053094

Correo: joss-berja@hotmail.com

Después de haber generado la orden de trabajo, el sistema dispone de una función para observar y gestionar las órdenes de trabajo ingresadas en el apartado anterior. Esta característica facilitará el seguimiento de las tareas de mantenimiento asignadas al permitir registrar y actualizar el estado de cada orden de trabajo, también en esta venta se muestra un apartado donde se puede visualizar las fichas técnicas del equipo el cual ha sido cargado como se puede observar en la figura 44.

Figura 44

Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Visualizador de Órdenes de trabajo y fichas técnicas”

**LISTA DE ORDENES DE TRABAJO**

Nº	EQUIPO	EMISION	PRIORIDAD	ACTIVIDAD A REALIZAR	F. INICIO	ESTADO
1	OSCILOSCOPIO 1	23/07/2023	Importante	Detalle las Actividades realizadas o a	23/7/2023	PENDIENTE

**FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS**

EQUIPOS	MARCA	MODELO	ÁREA	PDF FICHA TECNICA
Osciloscopio	WON	Touch Screen	Laboratorio de Electrónica	

Buttons: REALIZADO, PENDIENTE, IMPRIMIR, CARGAR, VISUALIZAR PDF, Salir

El sistema de gestión de mantenimiento asistido por computador se muestra la interfaz cronograma que se observa en la figura 45 la misma que permite conocer los datos más relevantes ingresados en las anteriores interfaces, indica también el estado en el que se encuentra la actividad de mantenimiento, los días que faltan, descripción de mantenimiento, encargado y una lista que nos permite conocer cada uno de los equipos presentes en la base de datos del sistema.

**Figura 45**

*Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Cronograma de Mantenimiento”*



#### **Paso 4: Aislar el problema**

Una vez registrada la incidencia del equipo e identificación de la falla se procede al aislamiento del componente o área específica que está causando problemas como se muestra en la Figura 46 y 47, a lo que requiere la desconexión del equipo para evitar que la falla se propague. La fuente de alimentación presenta daño en el MOSFET por lo que se retiró del osciloscopio para poder proceder con su arreglo.

**Figura 46**

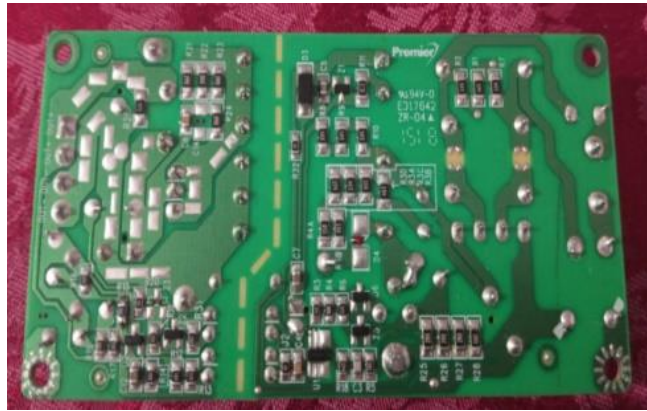
*Componentes de la fuente de alimentación parte superior*





**Figura 47**

*Fuente de alimentación parte inferior*



### ***Paso 5: Reparación y reemplazo***

Una vez realizados los pasos anteriores, se procede a la sustitución del componente dañado inspeccionando el encapsulado del MOSFET K6A60D de acuerdo con las especificaciones técnicas del componente se realizó una comparación de las características generales para determinar cuál era mejor.

Mismos que cuenta con un canal N el cual utiliza una conducción de electrones entre el drenaje y la fuente cuando se aplica una tensión adecuada en la puerta ya que son ampliamente utilizados en aplicaciones de conmutación y amplificación en circuitos electrónicos. Su modo de conducción requiere una tensión positiva en la puerta. Para lo que la elección del MOSFET se basó en la necesidad del equipo como potencia requerida, velocidad de conmutación y diseño del circuito.



**Tabla 2**

*Comparación entre el Mosfet K6A60D y MPT6N60.*

<b>MOSFET</b>	<b>MTP6N60</b>	<b>K6A60D</b>
<b>Fabricante</b>	Desconocido	Desconocido
<b>Tipo / Polaridad</b>	N-Channel	N-Channel
<b>Tensión de drenaje máxima (Vds)</b>	600V	600V
<b>Corriente de drenaje continua (Id)</b>	6A	6A
<b>Resistencia en estado encendido (RDS(on))</b>	1.1 Ohm (máx.)	1.4 Ohm (máx.)

Tras sustituir el MOSFET, se encontró otro fallo dentro de la placa de alimentación en el oscilador 532 RAY el cual no emite ningún tipo de señal a la salida de la fuente. Este oscilador, que es responsable de producir la frecuencia de conversión utilizada para cambiar la tensión de salida deseada en una fuente conmutada de alimentación, se encontró que no funcionaba y era incapaz de producir una señal periódica o bajo demanda para la salida regular de la fuente.

Por lo que debido a que dicho oscilador no se encontraba disponible en el país, se optó por realizar un cambio a la fuente de alimentación ya que el oscilador no se encuentra fácilmente en los países cercanos a Ecuador y su tiempo de entrega una vez importado al país se estima en unos 3 meses. La fuente de alimentación que se va a reemplazar posee las mismas características ya contiene voltaje de entrada de 110V y a su salida un voltaje de 5V a

10A, los componentes para su funcionamiento se indican en la figura 48 similares a los de la anterior fuente de alimentación.

### Figura 48

Fuente de alimentación reemplazada.



### Paso 6: Pruebas y verificación

Una vez resueltos los problemas, se comprueba que las señales de referencia, amplitud conocida, frecuencia variable y anchura de pulso se encuentran dentro de los rangos adecuados para el funcionamiento del osciloscopio. Estas mediciones se realizaron en cada uno de los componentes individuales de la fuente del osciloscopio.

### Paso 7: Actualización de registros

Ya culminado el mantenimiento correctivo se actualizan los registros dentro del sistema de mantenimiento asistido por computador en la interfaz gestión de órdenes de trabajo y cronograma.

Para ello en la primera interfaz se selecciona el equipo con el que se está trabajando y dentro de la lista de órdenes de trabajo se marca si el mantenimiento esta realizado o pendiente como se muestra en la figura 49, de igual manera nos indica una opción imprimir misma que descarga un pdf con las características del equipo y el mantenimiento.

**Figura 49**

*Interfaz del Sistema GMAO Ventana “Formatos” de la orden de trabajo finalizada*

The screenshot shows a web application window titled 'FORMATOS'. At the top, there is a header with the logo of the 'UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS' (ESPE) and the text 'INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA'. Below the header, there is a section titled 'LISTA DE ORDENES DE TRABAJO' containing a table with the following data:

Nº	EQUIPO	EMISION	PRIORIDAD	ACTIVIDAD A REALIZAR	F. INICIO	ESTADO
1	OSCILOSCOPIO 1	23/07/2023	Importante	Detalle las Actividades realizadas o a	23/7/2023	REALIZADO

To the right of this table are three buttons: 'REALIZADO', 'PENDIENTE', and 'IMPRIMIR'. Below the work order list is a section titled 'FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS' with a table containing the following data:

EQUIPOS	MARCA	MODELO	ÁREA	PDF FICHA TECNICA
Osciloscopio	WON	Touch Screen	Laboratorio de Electrónica	

To the right of this table are two buttons: 'CARGAR' and 'VISUALIZAR PDF'. At the bottom right corner, there is a 'Salir' button with a circular arrow icon.

Como se ha mencionado antes para la actualización de registros se marca en la interfaz cronograma el equipo en el que se trabajó, mismo que nos muestra una descripción de mantenimiento, fecha límite, días faltantes, el encargado de mantenimiento y el estado en el que se encuentra, en este caso está pendiente y se seleccionara realizado como se muestra en la figura 50.

**Figura 50**

*Cronograma de Actividades con el mantenimiento ya realizado*

Id_M	Id_E	Equipo
1	1	Osciloscopio
2	1	Osciloscopio
		#N/D

**DESCRIPCIÓN DE MANTENIMIENTO**  
El osciloscopio presenta falla en la fuente de alimentacion por lo que se solicita realizar su respectiva reparacion.

**FECHA LIMITE :** 24/07/2023

**ESTADO:** REALIZADO PENDING REALIZADO

**DIAS FALTANTES:** 0

**ENCARGADO:** Joselyn Tenemaza

Salir

Una vez ingresados, registrados, marcados el estado de mantenimiento de los equipos permite realizar una impresión de las características más relevantes los que están guardados en una tabla de Excel utilizadas como bases de datos.

## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- Se desarrolló un plan y sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios presentes en el Laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", este proyecto se llevó a cabo con el objetivo de mejorar la eficiencia y confiabilidad de los equipos utilizados en el laboratorio, garantizando su funcionamiento óptimo y prolongando su vida útil.
- La implementación del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", permitirá asegurar su funcionamiento y prolongar su vida útil.
- Emplear instrumentos como el multímetro proporcionando datos precisos y detallados sobre el estado de los componentes y conexiones de los osciloscopios, facilitando el diagnóstico de los problemas.
- Se implementó un Sistema de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAO) basado en Excel con Visual Basic, constituyéndose en una herramienta eficaz para gestionar el mantenimiento de los osciloscopios, en el cual se incluyen funciones como inventario, plan de mantenimiento, gestión de órdenes de trabajo y cronogramas.
- Se realizó el mantenimiento preventivo regular de los osciloscopios, que incluye actividades como limpieza y revisión de conexiones, acciones fundamentales para prevenir posibles fallas y asegurar mediciones precisas en los osciloscopios.
- Se desarrolló el mantenimiento correctivo, en dos osciloscopios del laboratorio, en base a la identificación de problemas presentes, identificando averías o fallas que afectan el funcionamiento del osciloscopio.

- El seguimiento y la evaluación periódica del plan de mantenimiento permiten ajustar y mejorar las actividades e intervalos de mantenimiento, garantizando un rendimiento óptimo de los osciloscopios.
- La elaboración e implementación exitosa de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital contribuye a la formación de estudiantes, al garantizar la disponibilidad de equipos en buen estado para el desarrollo de sus prácticas.

## Recomendaciones

- Aplicar el plan de mantenimiento preventivo regular para los osciloscopios del Laboratorio de Electrónica Digital, que incluyen actividades como limpieza, calibración y revisión de conexiones. Esto ayudará a prevenir problemas y garantizar un rendimiento óptimo de los equipos.
- Capacitar adecuadamente al personal encargado del mantenimiento de los osciloscopios. Esto incluye brindarles conocimientos sobre el funcionamiento de los equipos, técnicas de diagnóstico y solución de problemas, así como el uso adecuado de herramientas y equipos de mantenimiento.
- Establecer un sistema de seguimiento y registro de las tareas de mantenimiento realizadas en cada osciloscopio. Esto ayudará a mantener un historial de mantenimiento actualizado y a identificar patrones de fallas recurrentes, lo que puede guiar mejoras y ajustes en el plan de mantenimiento.
- Se aconseja llevar a cabo pruebas periódicas de funcionamiento de los osciloscopios para verificar su rendimiento y detectar posibles problemas de manera temprana. Estas pruebas pueden incluir la verificación de las características y modos de operación, así como la comparación de las mediciones con equipos de referencia.
- Se sugiere establecer una comunicación fluida entre el personal encargado del mantenimiento y los usuarios de los osciloscopios, como los estudiantes. Esto permitirá recopilar retroalimentación sobre posibles problemas o sugerencias de mejora, mejorando así la calidad y eficacia del mantenimiento.
- Se debe mantener un inventario actualizado de los osciloscopios del laboratorio, incluyendo información detallada como número de serie, modelo y fecha de adquisición.

Esto facilitará la gestión de los equipos, el seguimiento de garantías y la planificación de reemplazos en caso necesario.

- Establecer acuerdos de servicio con proveedores o técnicos especializados para casos de mantenimiento correctivo que requieran reparaciones más complejas. Esto asegurará una respuesta rápida y eficiente ante fallas graves que no puedan ser solucionadas internamente.
- Realizar auditorías periódicas del plan de mantenimiento y los procesos implementados para identificar áreas de mejora y asegurar la conformidad con los estándares y requisitos establecidos.
- Promover una cultura de cuidado y responsabilidad entre los usuarios de los osciloscopios, fomentando buenas prácticas de uso y manipulación correcta de los equipos. Esto ayudará a reducir el desgaste y la ocurrencia de problemas debido a un uso inadecuado.



## Bibliografía

Agutin Borrego Colomer. (1997, June). Introducción.

<https://electrónica.ugr.es/~amroldan/asignaturas/curso03-04/cce/prácticas/manuales/osciloscopio/introducción.htm>

By MP\_software. (2022). Diferencias entre mantenimiento preventivo y correctivo.

<https://mpsoftware.com.mx/diferencias-entre-mantenimiento-preventivo-y-correctivo/>

Centro de formación técnica para la industria. Qué es un sistema GMAO, para qué sirve y cómo funciona. Retrieved July 23, 2023, from <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-gmao/>

Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S. (2011). Definición, uso y tipos de osciloscopios.

<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/definicion-uso-y-tipos-de-osciloscopios>

Final Test Mr S.A. (2020). ¿Qué es un osciloscopio? <https://www.finaltest.com.mx/product-p/art-9.htm>

Logicbus. (2018). Qué es un Osciloscopio. <https://www.logicbus.com.mx/osciloscopio.php>

Llamba Farinango, W. S. (2014). Elaboración del Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) de la Central Hidráulica Illuchi N° 2.

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/8442>

Marc, M. (2019, November 27). ¿Qué es y para qué sirve un GMAO?

<https://becolve.com/blog/que-es-y-para-que-sirve-un-gmao/>

Monografías S.A. El osciloscopio. Retrieved July 22, 2023, from

<https://www.monografias.com/trabajos/osciloscopio/osciloscopio>

OWON Technology Inc. (2012). China Oscilloscope, Waveform Generator, Meters, Power Supply, Analyzer Manufacturers and Suppliers - OWON.

<https://www.owon.com.hk/index-1.asp>

SICMA21. (2022). Beneficios de tener instalado un GMAO en tu empresa. Retrieved July 23, 2023, from <https://www.sicma21.com/beneficios-de-un-sistema-gmao/>

Universidad de Granada. El osciloscopio. Retrieved July 22, 2023, from

<https://www.ugr.es/~juanki/osciloscopio.htm>

Wikipedia. (2019). Gestión de mantenimiento asistido por computadora - Wikipedia, la enciclopedia libre.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n\\_de\\_mantenimiento\\_asistido\\_por\\_computadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_mantenimiento_asistido_por_computadora)

Work, M., & Work, M. Una comunidad de mantenimiento. Retrieved July 23, 2023, from

<https://www.mobility-work.com/es/software-gmao>

Anexos