

Texto

EQUIPOS DE MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN

MECÁNICA-ZUMBA “EMCM-ZUMBA”



ESPOCH 2023

ING. EMBER ZUMBA MSc. / ING. JHULIANA PEÑA MSc.

**Equipos de medición y calibración
mecánica zumba (emcm-zumba)**

Equipos de medición y calibración mecánica zumba (emcm-zumba)

Ember Zumba
Jhuliana Peña



**Dirección de
Publicaciones**



esPOCH

Equipos de medición y calibración mecánica Zumba (EMCM-Zumba)

© 2023 Ember Zumba y Jhuliana Peña

© 2023 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Panamericana Sur, kilómetro 1 ½
Instituto de Investigaciones
Dirección de Publicaciones Científicas
Riobamba, Ecuador
Teléfono: 593 (03) 2 998-200
Código Postal: EC0600155

Aval ESPOCH

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego (*peer review*)

Corrección y diseño:

Diseñador de imágenes: David Medina

Editorial Politécnica ESPOCH

Impreso en Ecuador

Prohibida la reproducción de este libro, por cualquier medio, sin la previa autorización por escrito de los propietarios del *Copyright*.

CDU: 621

Equipos de medición y calibración mecánica Zumba “EMCM-Zumba”

Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Dirección de Publicaciones, Año 2023

175 pp. vol: 1 17 x 24 cm

ISBN: 978-9942-44-986-3

1. Electrotécnica

2. Electrónica

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	15
CAPITULO I	17
1. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	17
1.1 Tipos de mantenimiento	17
Mantenimiento Correctivo.	18
Mantenimiento Preventivo.	18
Mantenimiento Predictivo.	19
Mantenimiento Autónomo.	19
Mantenimiento Cero Horas (Overhaul).	20
Mantenimiento Conductivo.	20
Mantenimiento de Mejora.	20
Mantenimiento con Disponibilidad.	20
Mantenimiento centrado en la Fiabilidad.	21
Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. (RCM)	21
Mantenimiento Total Productivo. (TPM)	21
1.2. Importancia del mantenimiento	22
1.3. Objetivos del mantenimiento	22
1.4. Tareas de mantenimiento	23
1.5. Principales síntomas para el mantenimiento	23
1.6. Etapas de la gestión de mantenimiento	24
1.7. Diferencias entre fallo, daño y avería	24
1.8. Metodológica de EMBER	25

CAPITULO II	18
2.1. EL SONÓMETRO	27
2.1.2. Definición de sonómetro	27
2.1.3. Tipos de sonómetros	28
2.1.4. Partes del sonómetro	29
2.2. RUGOSÍMETRO	33
2.2.1. Definición del rugosímetro	34
2.2.2. Tipos de rugosímetros	34
2.2.3. Partes del rugosímetro	37
2.3. VACUÓMETRO	39
2.3.1. Definición de vacuómetro	39
2.3.2. Tipos de vacuómetros	40
2.3.3. Partes del vacuómetro	42
2.4. TACÓMETRO	44
2.4.1. Definición de tacómetro	44
2.4.2. Tipos de tacómetros	45
2.4.3. Partes del tacómetro	47
2.5. ACELERÓMETRO	51
2.5.1. Definición de acelerómetro	51
2.5.2. Tipos de Acelerómetros	52
2.5.3. Partes del acelerómetro	54
2.6. LUXÓMETRO	56
2.6.1. Definición de luxómetro	56
2.6.2. Tipos de luxómetros	57
2.6.3. Partes del luxómetro	58
2.7. DENSÍMETRO	61
2.7.1. Definición de densímetro	62

2.7.2. Tipos de densímetros	63
2.7.3. Partes del densímetro	64
2.8. HIGRÓMETRO	67
2.8.1. Definición de higrómetro	67
2.8.2. Tipos de higrómetros	68
2.8.3. Partes del higrómetro	70
2.9. FRECUENCÍMETRO	73
2.9.1. Definición de frecuencímetro	73
2.9.2. Tipos de frecuencímetros	74
2.9.3. Partes del frecuencímetro	76
2.10. MANÓMETRO	80
2.10.1. Definición de mManómetro	80
2.10.2. Tipos de manómetros	81
2.10.3. Partes del manómetro	83
2.11. GALVANÓMETRO	88
2.11.1. Definición de galvanómetro	88
2.11.2. Tipos de galvanómetros	89
2.11.3. Partes del galvanómetro	90
2.12. AMPERÍMETRO	93
2.12.1. Definición de amperímetro	93
2.12.2. Tipos de amperímetros	94
2.12.3. Partes del amperímetro	95
2.13. VOLTÍMETRO	98
2.13.1. Definición de voltímetro	98
2.13.2. Tipos de voltímetros	99
2.13.3. Partes del voltímetro	101
2.14. MULTÍMETRO	103

2.14.1. Definición de multímetro	103
2.14.2. Tipos de multímetros	104
2.14.3. Partes del multímetro	105
2.15. TELURÓMETRO	109
2.15.1. Definición de telurómetro	109
2.15.2. Tipos de telurómetros	110
2.15.3. Partes del telurómetro	112
2.16. CÁMARA TERMOGRÁFICA	115
2.16.1. Definición de cámara termográfica	116
2.16.2. Tipos de cámaras termográficas	117
2.16.3. Partes de la cámara termográfica	119
2.17. ESCÁNER	122
2.17.1. Definición del escáner	123
2.17.2. Tipos de escáner	124
2.17.3. Partes del escáner	125
2.18. CALIBRADOR	129
2.18.1. Definición de calibrador	129
2.18.2. Tipos de calibrador	130
2.18.3. Partes del calibrador	132
CAPÍTULO III	137
3.1 EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO, MEDICIÓN, HERRAMIENTAS	137
3.2. FICHA DE RECEPCIÓN Y ORDEN DE TRABAJO	146
3.3. TERMINOLOGÍA	148
3.4. NORMAS DE CALIBRACIÓN	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Tipos de Mantenimiento.	18
Tabla 2.1. Mantenimiento del sonómetro	31
Tabla 2.2. Mantenimiento del rugosímetro	38
Tabla 2.3. Mantenimiento del vacuómetro	44
Tabla 2.4. Mantenimiento del tacómetro	50
Tabla 2.5. Mantenimiento del acelerómetro	55
Tabla 2.6. Mantenimiento del luxómetro	60
Tabla 2.7 Mantenimiento de densímetro	66
Tabla 2.8. Mantenimiento del higrómetro	72
Tabla 2.9. Mantenimiento del frecuencímetro	79
Tabla 2.10. Mantenimiento del manómetro	85
Tabla 2.11. Mantenimiento del galvanómetro	92
Tabla 2.12. Mantenimiento del amperímetro	97
Tabla 2.13. Mantenimiento del voltímetro	102
Tabla 2.14. Mantenimiento del multímetro	108
Tabla 2.15. Mantenimiento del telurómetro	114
Tabla 2.16. Mantenimiento del telurómetro	122
Tabla 2.17. Mantenimiento del scanner	128
Tabla 2.18. Mantenimiento del calibrador	135

ÍNDICE DE FIGURAS

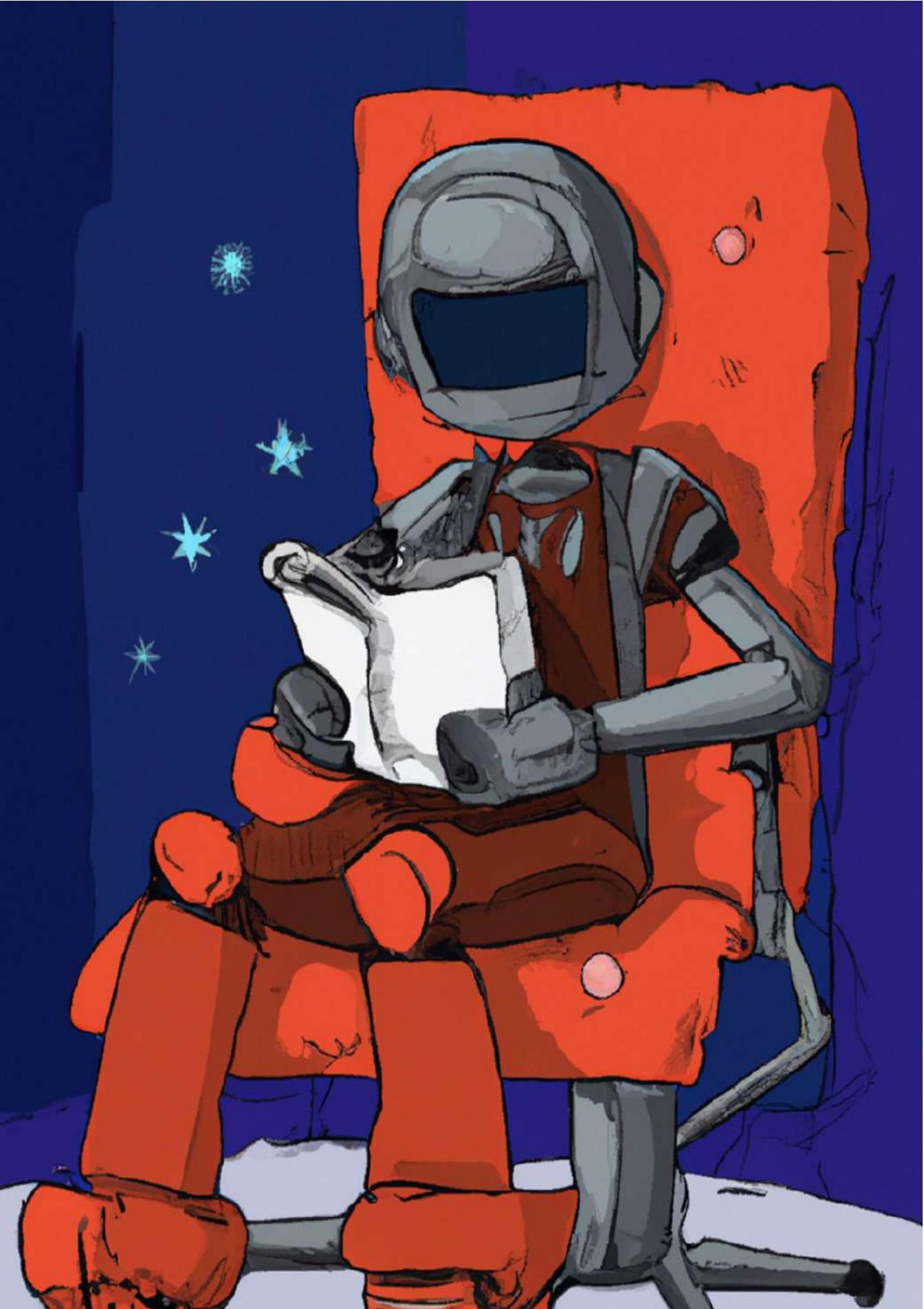
Figura 1.1. Tipos de mantenimiento	18
Figura 1.2. Objetivos del mantenimiento.	22
Figura 1.3. Tareas de mantenimiento	23
Figura 1.4. Principales síntomas	23
Figura 1.5. Etapas de la gestión de mantenimiento	24
Figura 1.6. Diferencia entre fallo, daño y avería	24
Figura 1.7. Metodología de EMBER	25
Figura 2.1. Tipos de sonómetros digitales y analógicos	27
Figura 2.2. Tipos de sonómetros digitales	28
Figura 2.3. Sonómetro análogo	28
Figura 2.4. Partes del sonómetro	29
Figura 2.5. Aplicación del sonómetro en la industria	30
Figura 2.6. Rugosímetro	33
Figura 2.7. Rugosímetro	34
Figura 2.8. Tipos de rugosímetros	34
Figura 2.9. Partes del rugosímetro digital	36
Figura 2.10. Rugosímetro analógico	37
Figura 2.11. Aplicación del rugosímetro en la industria	37
Figura 2.12. Vacuómetro	39
Figura 2.13. Vacuómetro digital y analógico	40
Figura 2.14. Tipos de vacuómetros	40
Figura 2.15. Partes del vacuómetro analógico	41
Figura 2.16. Aplicación de vacuómetros analógico en la industria	42
Figura 2.17. Tacómetro	44

Figura 2.18. Tacómetro digital y analógico.	45
Figura 2.19. Tipos de tacómetros	45
Figura 2.20. Partes del tacómetro digital	47
Figura 2.21. Aplicación del tacómetro en la industria	48
Figura 2.22. Acelerómetro	51
Figura 2.23. Tipos de acelerómetros	52
Figura 2.24. Tipos de acelerómetros	52
Figura 2.25. Partes del acelerómetro	54
Figura 2.26. Aplicación del acelerómetro en la industria	54
Figura 2.27. Luxómetro	56
Figura 2.28. Luxómetro digital y analógico	57
Figura 2.29. Tipos de luxómetros	57
Figura 2.30. Partes del luxómetro digital	58
Figura 2.31. Aplicación del luxómetro en la industria	59
Figura 2.32. Densímetro	61
Figura 2.33. Tipos de densímetros	62
Figura 2.34. Tipos de densímetros	63
Figura 2.35. Partes del densímetro	64
Figura 2.36. Aplicación del densímetro.	65
Figura 2.37. Higrómetro	67
Figura 2.38. Higrómetro digital y analógico	68
Figura 2.39. Tipos de higrómetros	68
Figura 2.40. Partes del higrómetro digital	70
Figura 2.41. Aplicación del higrómetro	71
Figura 2.42. Frecuencímetro	73
Figura 2.43. Tipos de frecuencímetros	74
Figura 2.44. Tipos de frecuencímetros.	74
Figura 2.45. Panel Frontal	76

Figura 2.46. Aplicación del frecuencímetro	78
Figura 2.47. Manómetro.	80
Figura 2.48. Tipos de manómetros	81
Figura 2.49. Tipos de manómetros	81
Figura 2.50. Partes de un manómetro analógico	83
Figura 2.51. Aplicación de los manómetros en la industria	84
Figura 2.52. Galvanómetro analógico	88
Figura 2.53. Tipos de galvanómetros	89
Figura 2.54. Tipos de galvanómetros.	89
Figura 2.55. Partes del galvanómetro.	91
Figura 2.56. Aplicación del galvanómetro en la industria	91
Figura 2.57. Amperímetro	93
Figura 2.58. Amperímetro analógico y digital	93
Figura 2.59. Tipos de amperímetros	94
Figura 2.60. Partes del amperímetro	95
Figura 2.61. Conexión amperímetro	96
Figura 2.62. Aplicación del amperímetro en la industria.	97
Figura 2.63. Voltímetro	98
Figura 2.64. Voltímetro digital y analógico	99
Figura 2.65. Tipos de voltímetros	99
Figura 2.66. Partes del voltímetro	101
Figura 2.67. Aplicación de voltímetro en la industria	101
Figura 2.68. Multímetro	103
Figura 2.69. Multímetro digital y analógico	103
Figura 2.70. Tipos de multímetros	104
Figura 2.71. Medición con multímetro analógico	104
Figura 2.72. Medición con multímetro digital	105
Figura 2.73. Partes del multímetro digital	105

Figura 2. 74. Partes del multímetro	107
Figura 2.75. Aplicación del multímetro en la industria	107
Figura 2.76. Telurómetro	109
Figura 2.77. Telurómetros digital y analógico	110
Figura 2.78. Tipos de telurómetros.	110
Figura 2.79. Medición del telurómetro en la industrial.	111
Figura 2.80. Partes del telurómetro	112
Figura 2.81. Aplicación del telurómetro.	113
FFigura 2.82. Cámara termográfica	115
Figura 2.83. Cámara termográfica	116
Figura 2.84. Tipos de cámaras termográficas	117
Figura 2.85. Partes de la cámara termográfica	119
Figura 2.86. Aplicación de la cámara termográfica	120
Figura 2.87. Escáner	122
Figura 2.88. Escáner	123
Figura 2.89. Tipos de escáner	124
Figura 2.90. Partes del escáner.	125
Figura 2.91. Aplicación del escáner.	127
Figura 2.92. Calibrador	129
Figura 2.93. Calibrador digital y analógico	130
Figura 2.94. Tipos de calibrador	130
Figura 2.95. Calibrador analógico	131
Figura 2.96. Calibrador digital	131
Figura 2.97. Pie de rey o calibrador	132
Figura 2.98. Aplicación con el calibrador.	133
Figura 2.99. Calibración de calibrador digital	133
Figura 3.1. Analizador de gases	137
Figura 3.2. Balanceadora de neumáticos	137

Figura 3. 3. Alineador de neumáticos	137
Figura 3. 4. Escáner	138
Figura 3. 5. Detector de fugas de los cilindros	138
Figura 3. 6. Punta lógica	138
Figura 3. 7. Osciloscopio automotor	139
Figura 3. 8. Alineador de luces	139
Figura 3. 9. Tester para baterías y alternadores	139
Figura 3. 10. Lámpara estroboscópica inductiva	140
Figura 3. 11. Probador de circuito	140
Figura 3. 12. Recolector de aceites	140
Figura 3. 13. Reposicionador de pistones de freno	141
Figura 3. 14. Juego de copas para extraer filtro de aceite	141
Figura 3. 15. Galgas	141
Figura 3. 16. Cepillo limpiador de terminales	142
Figura 3. 17. Gato hidráulico	142
Figura 3. 18. Extractor de engranajes	142
Figura 3. 19. Polipasto	143
Figura 3. 20. Extractor de punta de eje	143
Figura 3. 21. Esmeril neumático	143
Figura 3. 22. Llave regulable	144
Figura 3. 23. Caballete	144
Figura 3. 24. Llave de Bujías.	144
Figura 3. 25. Bomba de engrase manual	145
Figura 3. 26. Pluma hidráulica	145
Figura 3. 27. Prensa de banco con yunque	145



INTRODUCCIÓN

El mantenimiento automotor es uno de los ejes fundamentales en la industria; sin él, la calidad de la producción no es lo suficientemente confiable. Se cuantifica en relación con la cantidad y calidad de la manufactura y ha cambiado a lo largo del tiempo. Actualmente, el mantenimiento se considera una inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad de la producción.

En la industria, los responsables de mantenimiento deben ser expertos en la organización de la gestión para garantizar que todas las tareas se realicen de forma correcta y eficiente. El mantenimiento efectivo y adecuado tiene muchas ventajas. Su tarea principal es asegurar la producción, mantener la funcionalidad del equipo y aumentar la vida útil del mismo.

El presente libro tiene como principal objetivo aportar conocimiento a los estudiantes de ingeniería. Está dividido en tres capítulos, los cuales se detallan a continuación.

El capítulo I está enfocado en la gestión, tipos, conceptos, objetivos, tareas, síntomas y etapas del mantenimiento. Se diseña la técnica metodológica de EMBER basada en experiencia, bitácoras, estrategias y razonamiento, la cual es una combinación de información establecida en estilos que garantiza la gestión de mantenimiento.

El capítulo II está enfocado en los equipos que se utilizan para realizar un adecuado mantenimiento en el sector industrial, tales como sonómetro, rugosímetro, vacuómetro, tacómetro, acelerómetro, luxómetro, densímetro, higrómetro, frecuencímetro, manómetro, galvanómetro, amperímetro, voltímetro, multímetro, telurómetro, cámara termográfica, escáner y calibrador.

En el capítulo III, detallamos los equipos de diagnóstico, medición y herramientas utilizados en los talleres automotores; además hablaremos de la terminología mecánica que utilizan los ingenieros.

La metrología es la ciencia de la medición y se enfoca en el estudio y aplicación de técnicas y herramientas para asegurar la precisión y confiabilidad de las mediciones. Es esencial en una amplia variedad de áreas, incluyendo la industria, la ciencia, la medicina, la tecnología y el comercio.

La importancia de la metrología se puede resumir en los siguientes puntos:

Garantizar la calidad de los productos y servicios: la metrología permite asegurar que los productos y servicios cumplen con los requisitos y especificaciones establecidas, lo que garantiza su calidad y confiabilidad.

Fomentar la innovación: la metrología es esencial para el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos, ya que permite medir y evaluar las características de los nuevos productos y materiales.

Facilitar el comercio internacional: la metrología es fundamental para el comercio internacional, ya que permite la comparación y la equivalencia de las mediciones en diferentes países y regiones.

Ahorrar tiempo y dinero: la metrología ayuda a minimizar los errores y la incomodidad en las mediciones, lo que a su vez reduce los costos y el tiempo de producción.

En resumen, la metrología es esencial para garantizar la calidad, la seguridad, la innovación y la eficiencia en una amplia variedad de áreas y sectores, lo que la convierte en una disciplina clave para el progreso y el desarrollo humano.

CAPÍTULO I

1. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La gestión del mantenimiento se define como el proceso de cuidado de los activos y recursos de la empresa, cuyo objetivo principal es controlar los costos, el tiempo y garantizar el cumplimiento de las disposiciones reglamentarias (normativas). Esto incluye el monitoreo regular de la operación de máquinas, equipos, dispositivos y herramientas. Por ejemplo, este control evita el tiempo de inactividad debido a la falla del equipo y el desperdicio de recursos durante el mantenimiento ineficiente.

Mientras que Viveros et al. (2013, p. 126) consideran:

La ingeniería de mantenimiento permite, a partir del análisis y modelado de los resultados obtenidos en la ejecución de las operaciones de mantenimiento, renovar continua y justificadamente la estrategia y, por consiguiente, la programación y planificación de actividades para garantizar la producción y resultados económicos al mínimo costo global. También permite la adecuada selección de nuevos equipos con mínimos costos globales en función de su ciclo de vida y seguridad de funcionamiento (costo de ineficiencia o costo de oportunidad por pérdida de producción).

1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Los diferentes tipos de mantenimiento que se describen no son incompatibles entre ellos, sino que se complementan para lograr un mantenimiento óptimo dependiendo de la metodología utilizada (ver figura 1.1).

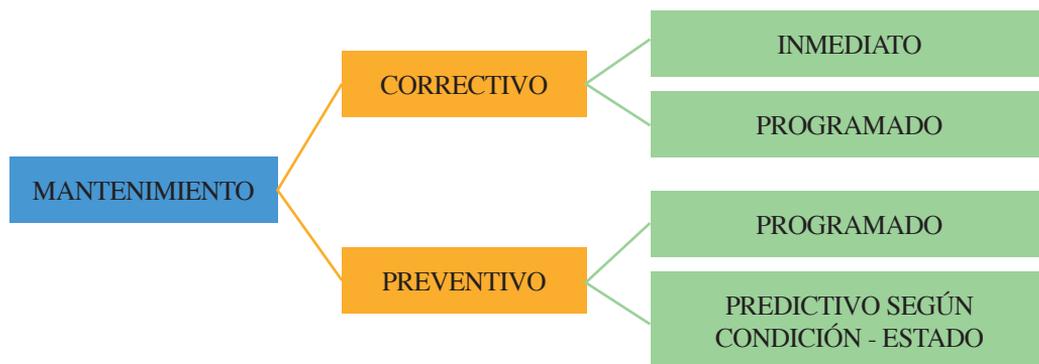


Figura 1.1. Tipos de mantenimiento

Clasificación de los diferentes tipos de mantenimiento según las actualizaciones.

Tabla 1.1 *Tipos de mantenimiento*

Mantenimiento correctivo	Según Pérez (2015, p. 12), el mantenimiento correctivo se realiza cuando una máquina queda fuera de servicio por falla o mal funcionamiento. Su propósito es reanudar su operación con el menor impacto posible en la productividad; reparar o reemplazar frecuentemente equipos o partes de maquinaria en el menor tiempo posible.	
Tipo	No planificado	Es un mantenimiento de emergencia ya que se deberá solucionar la avería en el menor tiempo posible para evitar mayores costos.
	Planificado	Es un mantenimiento de corto plazo que, al detectarse alguna falla, se debe solucionar. Con esto ahorramos tiempo y costos por paralización de las máquinas.
Mantenimiento preventivo	El mantenimiento preventivo se basa en una serie planificada de tareas o actividades realizadas en un entorno operativo durante un período de tiempo para optimizar la eficiencia del proceso; previniendo y prediciendo la falla de componentes, elementos, máquinas y/o equipos.	
Tipo	Programado	Este mantenimiento se realiza sobre la base de los datos preestablecidos por el tiempo de uso o funcionamiento.
	Predictivo	Este mantenimiento se efectúa mediante el historial del equipo o máquina que está establecido por un tiempo de trabajo.
	De oportunidad	Este mantenimiento se realiza cuando el equipo detiene su funcionamiento por alguna otra tarea, con esto evitamos parar el equipo cuando está en funcionamiento.

Mantenimiento predictivo	<p>Está diseñado para conocer e informar constantemente el estado y funcionamiento de un equipo conociendo los valores de ciertas variables que representan ese estado y funcionamiento. Para ello, este mantenimiento determina las variables físicas (temperatura, vibración, energía, consumo, etc.), cambios en los que indican posibles problemas con el dispositivo. Este es el tipo más técnico, ya que requiere medios avanzados (Ronovetec, 2019).</p> <p>Es un servicio de monitoreo de desgaste de una o más partes o componentes prioritarios del equipo que se evalúa mediante análisis de síntomas o evaluación estadística en un intento de obtener el rendimiento de esas partes o componentes y determinar el punto exacto de cambio.</p> <p>El mantenimiento predictivo, dentro de un plan preventivo, puede eliminar la mayoría de los escenarios de mantenimiento de emergencia. Se pueden utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Análisis de vibraciones · Monitorización de equipos · Análisis de aceite · Análisis de ruido · Imágenes térmicas 	
Tipo	Proactivo	Es cuando se pueden aplazar los mantenimientos programados de los componentes que están en operación normal.
	Reactivo	Se realiza cuando los parámetros de las medidas establecen un problema que requiere una intervención.
Mantenimiento autónomo	<p>El mantenimiento autónomo es parte del mantenimiento productivo total (TPM), que es el proceso de utilizar sistemas, máquinas, componentes, personas y procesos de apoyo para mantener y mejorar la integridad de la producción y el mantenimiento. El objetivo es evitar averías y paradas no planificadas, retrasar los costes de repuestos y evitar accidentes. El mantenimiento autónomo aconseja al operador de la máquina que se involucre en parte del trabajo que se va a realizar. Es decir, cada empleado inspecciona y monitorea los equipos con los que trabaja, revisa parámetros predeterminados y notifica al personal de mantenimiento los imprevistos que no pueden ser resueltos (Aeromarine, 2019).</p> <p>En este mantenimiento, el operario es el que efectúa las inspecciones menos complejas y ayuda a determinar las averías a futuro. Este mantenimiento se basa en las 9S.</p>	

<p>Mantenimiento cero horas (<i>overhaul</i>)</p>	<p>Este es un conjunto de tareas que tiene como objetivo probar el equipo a intervalos predeterminados antes de que falle, o cuando su confiabilidad se reduzca significativamente, y predecir que su capacidad se ve comprometida. Esto incluye equipos que funcionan a cero, es decir, como equipos nuevos. Todos los componentes sujetos a desgaste son reemplazados o reparados. Está diseñado para proporcionar un tiempo de ejecución bien definido con alta probabilidad. Mientras que Overhaul (2017, p. 13) menciona que es un:</p> <p>Conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados antes de que aparezca ningún fallo, o bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido de manera apreciable que es arriesgado hacer prever sobre su capacidad. Consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como nuevo. Se sustituyen o reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con una alta probabilidad, un buen tiempo de funcionamiento fijado de antemano.</p> <p>Hay que tomar en cuenta un punto muy importante en el mantenimiento cero horas; no es recomendable realizarlo cuando su costo puede ser similar al costo de un equipo nuevo.</p>
<p>Mantenimiento conductivo</p>	<p>El mantenimiento conductivo incluye todas las actividades que los trabajadores de la planta industrial pueden realizar para mantener y cuidar los equipos y las líneas de producción. Así se podrá comprobar periódicamente que todo funciona dentro de los parámetros normales.</p> <p>El mantenimiento conductivo incluye realizar las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Supervisión general del sistema · Arranque y apagado del sistema · Ajustes necesarios y comparaciones · Pruebas y operaciones para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema · Parámetros operativos del sistema
<p>Mantenimiento de mejora</p>	<p>Se aplica cuando el propósito de mantener un activo es provocar un cambio positivo en alguna característica inherente (definida por el diseño) sin cambiar su función original.</p> <p>Para Fernández (2018), su finalidad es compensar la obsolescencia técnica o nuevos requisitos que no existieron o no se tuvieron en cuenta durante la construcción, pero que deben ser considerados ahora.</p>
<p>Mantenimiento con disponibilidad</p>	<p>Para Respuesta Corta (2019) y Manufactura (2016), es la capacidad de algo para ser usado cuando se necesita; esto es, en definitiva, el motivo central del mantenimiento.</p>

<p>Mantenimiento centrado en la fiabilidad</p>	<p>La confiabilidad es una medida de la capacidad de una planta para cumplir con un programa de producción planificado. En las instalaciones industriales, generalmente se refiere a cumplir con la producción planificada. El incumplimiento de este esquema de tarifas puede acarrear sanciones económicas, por lo que es importante medir este valor y tenerlo en cuenta a la hora de diseñar la gestión del mantenimiento de la instalación (Manufactura, 2016).</p> <p>El tiempo medio entre fallas es un indicador técnico que mide el tiempo promedio que el equipo puede operar continuamente y es un indicador importante de la fiabilidad. Es considerado la probabilidad de buen funcionamiento de un equipo o sistema.</p>
<p>Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)</p>	<p>El mantenimiento orientado a la confiabilidad es un enfoque estructurado para crear una estrategia de mantenimiento óptima. Este combina las mejores prácticas de mantenimiento de forma equilibrada. Mientras que para otros autores lo consideran como:</p> <p>El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés) es una metodología ampliamente reconocida y de uso extendido para elaborar planes de mantenimiento de equipos industriales basándose en asegurar las funciones del equipo para la satisfacción del usuario o propietario. Actualmente existen varias metodologías de RCM; sin embargo, la esencia de esta metodología está contenida en la norma SAE JA1011. (Society of Automotive Engineers —SAE—, 2009, p. 4).</p> <p>El RCM cambia la relación entre la empresa que lo utiliza, sus activos físicos existentes y las personas que operan y mantienen esos activos. Además, permite la puesta en marcha eficiente de nuevas plantas con alta velocidad, fiabilidad y precisión.</p>
<p>Mantenimiento productivo total (TPM)</p>	<p>TPM (mantenimiento productivo total) es un sistema de gestión que evita diversas pérdidas, maximiza su eficiencia a lo largo del ciclo de vida del sistema productivo e involucra y gestiona todos los departamentos y todo el personal desde los operarios hasta la alta dirección. La campaña apoya las actividades de grupos pequeños (Silva Burga, 2005).</p> <p>Mientras que García (2014, p. 1) considera que el:</p> <p>TPM es una filosofía de mantenimiento que tiene como objetivo evitar pérdidas de producción debido a la condición del equipo, o en otras palabras, mantener el equipo listo para producir productos de la calidad esperada a la máxima capacidad sin tiempo de inactividad no planificado. Cero averías -cero tiempos muertos - cero defectos - sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos al estado de los equipos.</p>

1.2. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento siempre estará orientado a prolongar la vida útil de los equipos, con el principal objetivo garantizar su funcionamiento. Es importante aplicar de forma eficiente la gestión del mantenimiento que está relacionada con el proceso de mantenimiento de los activos y recursos de la empresa, cuyo objetivo principal es controlar los costos, el tiempo, los recursos y garantizar el cumplimiento de normas.

1.3. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

Entre los objetivos más destacados del mantenimiento se pueden citar los siguientes (ver figura 1.2).



Figura 1.2. Objetivos del mantenimiento.

1.4. TAREAS DE MANTENIMIENTO

Tareas de mantenimiento (ver figura 1.3).



Figura 1.3. Tareas de mantenimiento

1.5. PRINCIPALES SÍNTOMAS PARA EL MANTENIMIENTO

Los principales síntomas que presentan los equipos están en la figura 1.4.



Figura 1.4. Principales síntomas

1.6. ETAPAS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Las etapas de la gestión del mantenimiento se pueden ver en la figura 1.5.

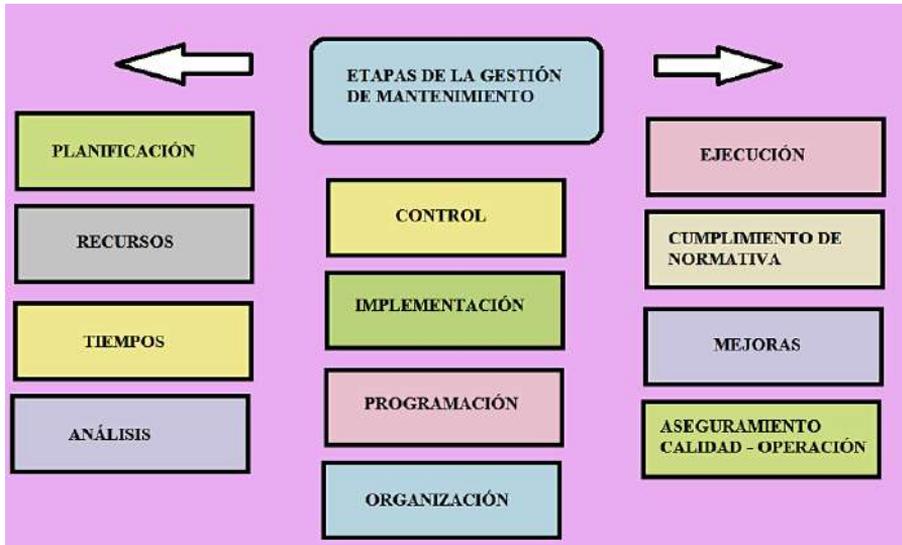


Figura 1.5. Etapas de la gestión de mantenimiento

1.7. DIFERENCIAS ENTRE FALLO, DAÑO Y AVERÍA

Las diferencias se pueden visualizar en la figura 1.6.

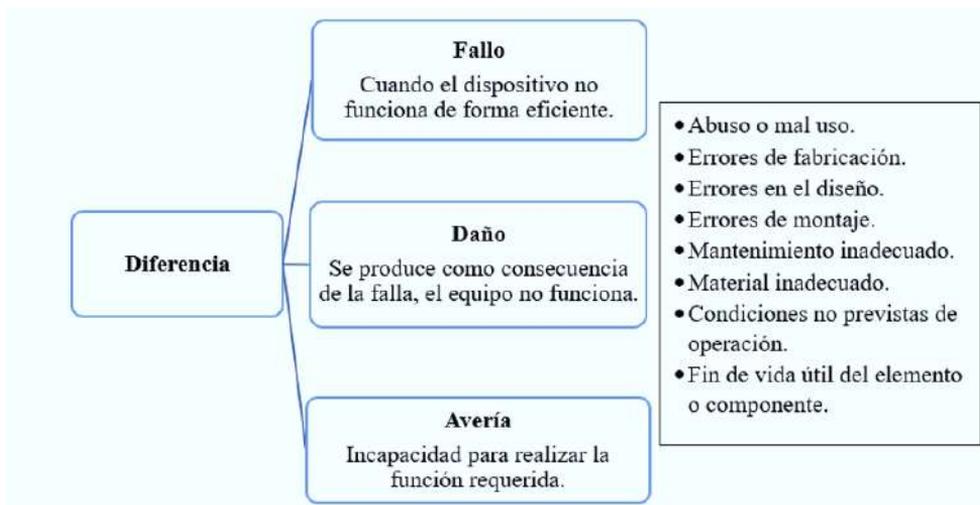


Figura 1.6. Diferencia entre fallo, daño y avería

1.8. METODOLÓGICA DE EMBER

Para realizar intervenciones confiables dentro de la gestión de mantenimiento, se plantea utilizar experiencia, metodología, bitácoras, estrategias y razonamiento como se señala en la figura 1.7, la cual es una combinación de información de metodologías y estrategias basadas en estilos.

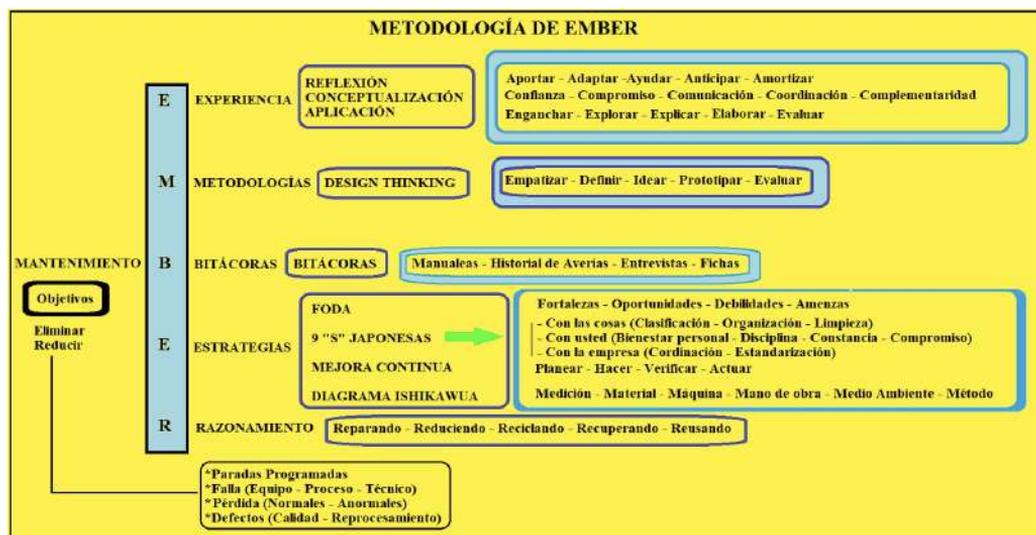


Figura 1.7. Metodología de EMBER



CAPÍTULO II

2.1. EL SONÓMETRO



Figura 2.1. Tipos de sonómetros digitales y analógicos
Fuente: Equipos Medida (2022)
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.1.2. Definición de sonómetro

El sonómetro es un instrumento de medida el cual sirve para medir magnitudes sonoras que se interpretan en decibelios (dB). Este instrumento sirve para medir sonidos en espacios cerrados y abiertos. Existen diferentes tipos de sonómetros (ver fig. 2.1 a fig. 2.5).

Para Sexto (2016), un sonómetro es un dispositivo que puede determinar objetivamente el nivel de presión sonora. Consiste básicamente en un elemento sensor primario (micrófonos), circuitos de conversión, manipulación y transmisión de variables (módulos de procesamiento electrónico) y elementos o dispositivos de presentación. El sonómetro fue creado en el año de 1830 por Félix Savart.

2.1.3. Tipos de sonómetros

Digitales.- Son aquellos que cuentan con una pantalla digital en la cual se reflejan los datos obtenidos en la medición.



Figura 2.2. Tipos de sonómetros digitales

Fuente: Cienytec, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Análogos.- Son aquellos que, para mostrar la información, cuentan con un tacómetro de flechas que muestra la información.



Figura 2.3. Sonómetro análogo

Fuente: TEquipment, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Características

Responde al sonido del mismo modo que el oído humano. Dentro de las marcas reconocidas tenemos PYLE, Mengshen, Yosoo. Los sonómetros están fabricados de látex o poliuretano, permiten medir-controlar la cantidad de contaminación sonora que puede existir en un área.

2.1.4. Partes del sonómetro



Figura 2.4. Partes del sonómetro

Fuente: AliExpress, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Micrófono: convierte una señal sonora en una señal eléctrica dependiendo de su intensidad.

Preamplificador: amplifica la señal eléctrica que genera el micrófono.

Sistema de procesamiento de señal: aplica ponderaciones frecuenciales y temporales conforme las normas internacionales.

Pantalla: muestra las señales emitidas por el sistema de procesamiento en un idioma que sea entendible para el ser humano promedio.

Funcionamiento

El sonómetro consta de un micrófono, un preamplificador, un sistema de procesamiento de señales y una pantalla. Los micrófonos convierten las señales de audio en señales eléctricas proporcionales. El mejor tipo de micrófono para un sonómetro es un micrófono de condensador, ya que proporciona una buena combinación de precisión, estabilidad y fiabilidad (Bruel y Kjaer, 2020).

Aplicación



Figura 2.5. Aplicación del sonómetro en la industria.

Fuente: Trotec Blog, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

- Es muy usado en la medición acústica para determinar la cantidad de contaminación sonora que existe en el ambiente.
- Sirve para regular el sonido de los vehículos y motocicletas, las cuales no deben de pasar de cierta cantidad de decibelios (80-90 dB).
- El sonómetro es usado en las competencias de CAR-AUDIO para poder determinar que vehículo es el que emite un sonido mucho mayor.
- Captura y análisis de sonido en eventos acústicos, en los cuales se emite una gran cantidad de sonido. Esto lo hacen para asegurar la salud de los asistentes.
- Medición de sonido en el lugar o ambiente de trabajo en el cual se someta a una gran cantidad de sonido.
- Medida del ruido de las máquinas.

Recomendaciones de mantenimiento

- **Calibración de campo.**- Previo a la etapa de uso es recomendable calibrar o estandarizar el sonómetro, usar un calibrador acústico, el cual comprueba y verifica que el equipo se encuentre en parámetros estandarizados. De igual manera se aconseja realizar lo mismo al final de cada uso para comprobar que el sonómetro funcione de manera correcta.

- **Verificación o calibración periódica.**- Desarmar y retirar su micrófono, para lo cual se somete a un proceso de testeó eléctrico con un calibrador acústico. Luego de ejecutar la calibración del micrófono y de la cápsula se efectúa una última calibración completa, combinándolos para verificar que el equipo opere de manera adecuada.

Nota: para tener un equipo en perfectas condiciones, se recomienda la siguiente tabla de mantenimiento.

Tabla 2.1. *Mantenimiento del sonómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Calibración del sonómetro

La calibración de un sonómetro es un procedimiento necesario para garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones de nivel de sonido realizadas por el dispositivo. La calibración es el proceso de ajustar o verificar la respuesta del sonómetro en comparación con un estándar de referencia conocido (Vianey et al., 2020).

El proceso de calibración del sonómetro generalmente implica los siguientes pasos:

- Selección del estándar de referencia: se elige un calibrador acústico certificado y rastreado, que emite un nivel de sonido conocido y estable. El calibrador acústico debe cumplir con los estándares y normativas aplicables.
- Configuración del sonómetro: se ajustan los parámetros y configuraciones del sonómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las recomendaciones de calibración.
- Calibración en campo libre: se realiza la calibración en un entorno controlado, como un espacio abierto sin objetos cercanos que puedan afectar las mediciones. El calibrador acústico se coloca a una distancia específica del micrófono del sonómetro y se emite un nivel de sonido conocido.
- Comparación y ajuste: se compara la lectura del sonómetro con el nivel de sonido emitido por el calibrador acústico. Si hay una diferencia, se realiza un ajuste en el sonómetro para que coincida con el nivel de referencia.
- Verificación de precisión: después del ajuste, se verifica la precisión del sonómetro realizando mediciones adicionales en diferentes niveles de sonido conocidos y comparándolas con los valores esperados.
- Documentación: se registra toda la información relevante de la calibración, incluyendo la fecha, los resultados de las mediciones, los ajustes realizados y cualquier observación adicional.

Es importante destacar que la calibración del sonómetro debe realizarse periódicamente, siguiendo las recomendaciones del fabricante y las regulaciones locales (los equipos de calibración deben estar certificados). Esto garantiza que el dispositivo continúe proporcionando mediciones precisas y confiables a lo largo del tiempo.

Para comprobar que su funcionamiento sea el adecuado, el sonómetro es sometido a diversas pruebas. Entre las más importantes, tenemos:

- a) Ponderación frecuencial A (entrada eléctrica)
- b) Linealidad de la respuesta a señales estacionarias de 1 kHz
- c) Linealidad de la respuesta a señales estacionarias de 63 Hz
- d) Linealidad de la respuesta a señales estacionarias de 8 kHz, $E = 0,1 \text{ Pa}$ 2 h

- e) Linealidad de la respuesta a señales estacionarias de 8 kHz, E = 10 Pa 2 h
- f) Respuesta a señales de corta duración
- g) Respuesta a impulsos unipolares
- h) Indicación de sobrecarga de enganche (Sánchez et al., 2018, p. 7)

Marcas de sonómetros

- Vlike
- Akozon
- Svantek
- Exair
- BK Precision
- Trotec
- Kern
- Tecpel
- Tes
- 3M

Nota

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015), la cantidad de decibelios que soporta el oído humano sin sufrir alteraciones en su salud es de 55 dB, y entre 85 dB y 90 dB ya se empiezan a experimentar efectos en su salud.

Enfermedades físicas.- taquicardia, taquipnea, tinnitus (sonido en los oídos), zumbido e hipoacusia.

Enfermedades psicológicas.- estrés, fatiga, depresión y trastornos auditivos.

2.2. RUGOSÍMETRO



Figura 2.6. Rugosímetro
Fuente: Instrumentos (2022)

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.2.1. Definición del rugosímetro

El rugosímetro es un instrumento que sirve para evaluar la rugosidad que presenta una superficie, que, por más perfecta que se vea, siempre va a presentar cierta cantidad mínima de rugosidad. El rugosímetro mide las microgeometrías de las superficies (rodamiento, ejes, cojinetes, sellos, rodillos).

«El rugosímetro es un dispositivo dotado de un palpador de diamante que, al desplazarlo una cierta longitud sobre el material, es capaz de ampliar el paisaje de superficies que no puede ser observada por el ojo humano» (Hernández, 2019).

El Rugosímetro no cuenta con una fecha exacta de creación, pero se cree que fue mejorado en el año 2007 por Escudero Costa (Patentados, 2007) (ver fig. 2.6 a fig. 2.11).



Figura 2.7. Rugosímetro

Fuente: Xnomind, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.2.2. Tipos de rugosímetros



Figura 2.8. Tipos de rugosímetros

Fuente: EcuRed, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Este instrumento de medición posee una historia reciente en este ámbito. Se han diseñado varios modelos que son empleados para distintos usos.

Rugosímetro de palpador.- Como su nombre lo indica, este diseño incluye una sonda que se encarga del movimiento automático sobre la superficie de la pieza que se va a medir. El amplificador también está integrado en su diseño y se encarga de registrar la actividad del material, es decir, refleja los defectos detectados durante el proceso de muestreo. Hay varios modelos en este género con diferentes diseños de puntas según Instrumentos de Medición (2021).

Rugosímetro con palpador inductivo.- El término inducción en este contexto se refiere a la forma en que la sonda se mueve por la superficie. Este tipo de versión sucede al cambiar el campo magnético y el flujo del instrumento, que es la misma secuencia que se creará más adelante como señal eléctrica para leer.

Rugosímetro con palpador capacitivo.- Tal diseño de instrumento, que solo tiene movimiento vertical en la superficie, también puede cambiar la capacitancia del capacitor, entendida como el almacenamiento de energía eléctrica, al modificar así la señal transmitida.

Rugosímetro con palpador piezoeléctrico.- Se llama así porque la sonda puede cambiar completamente todo el producto piezoeléctrico (parte del instrumento) cuando se mueve y, cuando ocurre este cambio, crea una señal eléctrica que se envía al instrumento.

Rugosímetro con patín mecánico.- El modelo integra un control deslizante que se moverá sobre el material a medida que la integración lo analiza. El propósito de esta versión es analizar dos aspectos importantes: el relieve y la rugosidad, entendida como la desviación de la superficie del objeto.

Rugosímetro de filtrado eléctrico.- Una vez que la sonda ha recopilado la información, se envía a un filtro electrónico, donde se elimina todo lo relacionado con la ocurrencia de oscilaciones, ya que no tienen significado para el cálculo final.

Rugosímetro de palpador láser.- La principal diferencia entre este modelo y cualquier modelo anterior es que su punta tiene una sonda para escanear la superficie, y su aguja ha sido reemplazada por un láser con una longitud de onda de hasta unos 800 nm. La luz infrarroja emitida por este láser está característicamente colimada, lo que significa que hay dos espejos dentro de la cámara del instrumento que proyectan el rayo láser de forma paralela.

Rugosímetro láser con palpador.- Este tipo de modelo es muy diferente a los modelos anteriores. El diseño tradicional de la sonda suele tener un amplificador de tipo eléctrico, pero, en esta versión, es interferométrico. La tarea de la integración de esta unidad es aumentar la luz emitida por la estimulación de radiación, lo que permite que el instrumento realice cálculos más precisos y el láser siempre se mantenga estable.

Características

Sus principales características son:

- Este es un dispositivo muy práctico que utiliza sensores para calcular la rugosidad con alta precisión.
- Usa la batería como fuente de alimentación, que se puede cargar fácilmente con un cargador.
- Los medidores de rugosidad funcionan según las normas DIN, las cuales definen todos estos aspectos de la rugosidad.
- Puede transferir valores de rugosidad a su PC para un análisis de datos más detallado.



Figura 2.9. Partes del rugosímetro digital

Fuente: Mitutoyo, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

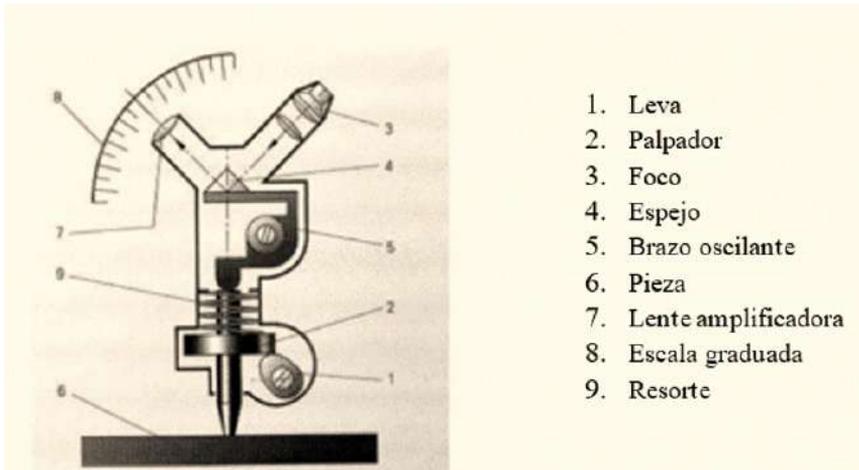


Figura 2.10. Rugosímetro analógico

Fuente: Mitutoyo, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.2.3. Partes del rugosímetro

Rugosímetro digital.- Pantalla LCD, batería, sonda, sensor.

Rugosímetro analógico.- Leva, palpador, foco, espejo, brazo oscilante, pieza, lente amplificadora, escala graduada, resorte.

Aplicación



Figura 2.11. Aplicación del rugosímetro en la industria

Fuente: Electrónica, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Según Antrax (2015), los medidores de rugosidad se utilizan principalmente para medir la rugosidad de piezas mecánicas que requieren precisión micrométrica, como:

- Ejes
- Rodamientos
- Sellos
- Cojinetes
- Rodillos

Recomendaciones de mantenimiento

Las recomendaciones de mantenimiento para este instrumento están relacionadas con su manejo. Como es un dispositivo que contiene sensores, el manejo debe ser lo más suave posible.

- Al usar este dispositivo, debemos mantener la superficie que se va a medir lo más limpia posible, y se recomienda usar guantes para evitar el calor o la humedad de las manos, lo que puede conducir a cálculos de rugosidad incorrectos.
- Se deben evitar en la medida de lo posible los golpes y la manipulación brusca, ya que esto puede dañar gravemente la punta del sensor, que es la parte más sensible del dispositivo.
- Debe limpiarse antes y después de su uso para eliminar el polvo y las sustancias que se adhieren especialmente a la cabeza.
- No lo exponga a ciertas condiciones climáticas ni intente colocar objetos pesados sobre él, ya que esto hará que el dispositivo pierda la calibración.

Tabla 2.2. *Mantenimiento del rugosímetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none">- Inspeccionar y revisar el equipo- Limpiar con un paño húmedo el equipo- Calibrar el equipo en caso de ser necesario- Comprobar su funcionamiento	<ul style="list-style-type: none">- Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado- Verificar que el equipo se encuentre calibrado- Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad- Evitar caídas y golpes

Marcas de rugosímetro

- Profiler R
- Waveline W10
- Taylor Hobson
- HST
- HANDYSURF+
- Garant
- Waveline W5
- Capital Instrument

Nota

El uso de un medidor de rugosidad no causa consecuencias graves para la salud, por lo que es mejor seguir las reglas de seguridad obligatorias en el área de trabajo.

2.3. VACUÓMETRO



Figura 2.12. Vacuómetro
Fuente: Direct Industry, 2022a
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.3.1. Definición de vacuómetro

Un vacuómetro es un instrumento que permite medir la presión por debajo de la atmosférica; por lo tanto, se dice que un vacuómetro mide el vacío. Específicamente, el trabajo de un manómetro de vacío es medir la caída de presión en un entorno determinado (ver figura 2.12 a figura 2.16).

Según Castro (2016), «el vacuómetro es un dispositivo o herramienta capaz de realizar lecturas de presiones del vacío inferiores a la atmosférica». El primer vacuómetro inventado en la historia data de 1784. Este dispositivo fue inventado por el científico Herbert G. McLeod.



Vacuómetro Digital

Vacuómetro Analógico

Figura 2.13. Vacuómetro digital y analógico

Fuente: Proconsa, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.3.2. Tipos de vacuómetros



Figura 2.14. Tipos de vacuómetros

Fuente: Sismeco, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Vacuómetro en U de mercurio.- También conocido como manómetro, se une directamente al recipiente con el vacío, mide la presión ejercida por sustancias líquidas o gaseosas.

Vacuómetro de Bourdon.- Una de sus partes interiores, llamada muelle, se modifica de acuerdo con la presión recibida y muestra el resultado de la medición.

Vacuómetro de punzón de acero.- Se utiliza en la industria alimenticia y de consumo masivo en el proceso de envasado de latas y aerosoles.

Vacuómetro de McLeod.- Se destacan por su precisión; es un vacuómetro de los antiguos, por lo que, en la actualidad, está siendo reemplazado por los digitales, aun así, se hallan en laboratorios destinados a la investigación científica.

Vacuómetros digitales.- Los vacuómetros tienen una conexión rápida para medir la presión del aire o líquidos. Además de las mediciones en kPa, los técnicos también pueden realizar mediciones en otras amplitudes de presión. La gran pantalla del vacuómetro muestra continuamente el valor medido.

Características

Estas son algunas de las características importantes según Course Hero (2017).

- De tipo digital y analógico
- Actualmente poseen sensores con los que se puede medir la presión con gran exactitud
- Son instrumentos muy estables y no dependen de la temperatura
- Controla y mide las presiones al vacío
- Mide la presión que tiene un entorno determinado
- Funciona comprimiendo la respectiva muestra de gas con mercurio

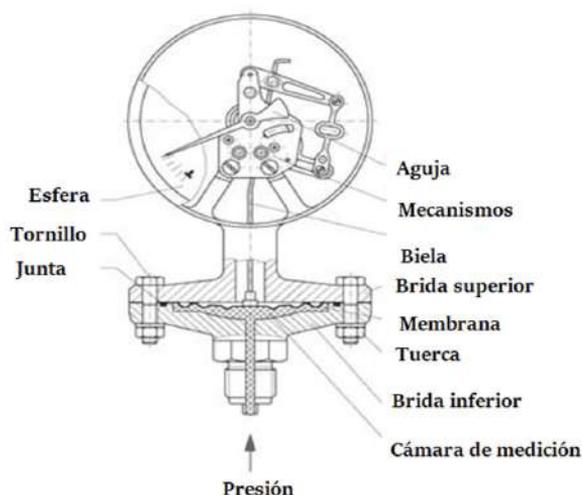


Figura 2.15. Partes del vacuómetro analógico

Fuente: Rea, 2017

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.3.3. Partes del vacuómetro

Escala.- Formato elegido para interpretar el resultado.

Aguja.- Indicador del valor resultante.

Cámara de medición.- Transforma la fuerza aplicada al dispositivo.

PCE (2021c) considera las siguientes partes importantes en los vacuómetros digitales:

- Pantalla LCD gráfica
- Interfaz USB
- Registro de datos
- Medición de presión relativa y vacío

Funcionamiento

El vacuómetro funciona con valores de presión mínimos y máximos, los mismos deben conocerse para evitar daños en el dispositivo. En la medición, se acciona un sistema de engranes que le permite mover el cursor para marcar el nivel en la escala seleccionada. Esto ocurre con los vacuómetros tradicionales, que se activan gracias a un tubo de Bourdons, el cual puede enderezarse según la presión ejercida.

Aplicación



Figura 2.16. Aplicación de vacuómetros analógico en la industria

Fuente: 123RF, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Los vacuómetros tienen diferentes aplicaciones en el campo de la industria y en el ámbito de la investigación debido a que se suele trabajar en condiciones de vacío. Para esto se necesita un vacuómetro que contribuya a medir y controlar los valores. Podemos encontrarlos en cualquier dispositivo que implique el uso del vacío: sistemas de vacío, bombas de vacío, el recocido de ciertos materiales, el análisis de superficies, el secado al vacío de distintos alimentos, la creación de elementos semiconductores, el secado del papel aislante, la deposición electrónica, la soldadura por emisión de electrones y para la fabricación de circuitos impresos.

En el sector automotor, los vacuómetros son utilizados para detectar posibles escapes de gases en los compresores de los motores. Al conocer el resultado de este vacío así como el comportamiento de la aguja del medidor, se pueden diagnosticar muchos fallos del motor como fallos en el encendido, estado de estanqueidad de las válvulas e igualmente entre el pistón y cilindro; en ocasiones, cuando el motor está conformado por más de un carburador, el vacuómetro trabaja junto a un manómetro con fines de sincronización.

Los talleres mecánicos utilizan los vacuómetros para medir el estado de vacío de los motores y corregir así los desequilibrios en el consumo de gasolina, mismo que producen una reducción en el rendimiento general.

Recomendaciones de mantenimiento

Este dispositivo debe proveer muchos años de servicio sin requerir mantenimiento. Cuando no esté en uso, se debe cubrir el orificio de vacío con el tapón y limpiar el cuerpo de plástico con un trapo húmedo (no mojado), no utilizar solventes para limpiar el sensor, se sacude de manera moderada hacia afuera cualquier aceite excesivo; luego, con un cuentagotas o jeringa, se llena el orificio de entrada con alcohol isopropílico (evitar insertar algún objeto en el orificio), y finalmente se sacude el alcohol. La calibración se realiza por comparación (utilizar una cámara de vacío para conseguir un valor de vacío estable y una bomba turbomolecular para generar dicho vacío). Estos procedimientos, por lo general, se los realiza en laboratorios certificados, con procedimientos internacionales para realizar los servicios de calibración. Independientemente si es analógico o digital estos instrumentos deben someterse a estos procedimientos de calibración para garantizar que las medidas sean correctas y precisas, dependiendo del uso, cuidado y limpieza de los mismos. Estas calibraciones se realizan como mínimo dos veces por década.

Tabla 2.3. *Mantenimiento del vacuómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el vacuómetro - Limpiar con un paño húmedo el vacuómetro - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Evitar caídas y golpes

Marcas

Entre las marcas más reconocidas tenemos:

- Pfeiffer
- Teledyne
- PMM
- Vacuum
- Vacuubrand

Nota: se recomienda utilizar los equipos de protección personal.

2.4. TACÓMETRO



Figura 2.17. Tacómetro
Fuente: Geevorks, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.4.1. Definición de tacómetro

Un tacómetro es un dispositivo que mide la velocidad de rotación. El término proviene de la palabra griega *tachos*, que significa velocidad, y *metron*, que significa medida. En un vehículo, se encarga de medir la velocidad de giro del eje del motor, es decir, la velocidad de rotación de un mecanismo que va acoplado.

Generalmente se mide en revoluciones por minuto (rpm) (ver fig. 2.17 a fig. 2.21).

De acuerdo con Tacómetro (2020), el término tacómetro se refiere a un dispositivo que la mayoría de los vehículos tienen para medir la velocidad del motor. La medida es rpm. Existen tacómetros digitales y analógicos. Fue inventado en el siglo XIX por el alemán Diedrich Uhlhorn, quien lo usó para medir la velocidad de las máquinas en 1817. Se empleó en las locomotoras hasta 1840.



Tacómetro Digital

Tacómetro Analógico

Figura 2.18. Tacómetro digital y analógico.

Fuente: SKF, 2018

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.4.2. Tipos de tacómetros



Figura 2.19. Tipos de tacómetros.

Fuente: Instrumentación, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Tacómetro analógico.- El sistema magnético mueve un complejo de agujas que se encargan del marcaje en la escala numérica.

Tacómetro digital.- Tienen el mismo sistema que el analógico, sino que en vez de mostrarlo en análogo lo hacen en una pantalla digital.

Tacómetro mecánico.- Este sistema se usó en los inicios de su construcción para medir las velocidades de las maquinas en 1817. Su sistema se basaba en una serie de imanes y engranajes que cumplían la labor de medir.

Tacómetro óptico.- El mecanismo que emplea se basa en proyectar una luz a una distancia determinada y así realizar las mediciones.

Tacómetro de contacto.- Este tipo tiene una pieza anexa que se pone en contacto directo con la pieza que va a medir y la ventaja más evidente es que es sumamente preciso.

Tacómetros eléctricos.- Estos cuentan con un sistema en su interior que es un transductor que envía las señales para que se muestren, ya sea de forma analógica o digital.

Tacómetro centrífugo.- Este sistema fue el que se usó al principio en las calderas de vapor; consistía en que tenía ejes que eran impulsados por fuerzas centrífugas y estos a su vez comprimían unos resortes que se encargaban de transmitir las señales relacionadas con la medición.

Tacómetros eléctricos.- Un tacómetro eléctrico es un dispositivo que se utiliza para indicar la velocidad de rotación de una pieza en movimiento giratorio.

Tacómetros electrónicos contador de pulsos inducidos.- Su funcionamiento se basa en el conteo de pulsos eléctricos por unidad de tiempo, pueden ser de contacto o sin contacto.

Tacómetros estroboscópicos.- El funcionamiento de estos tacómetros sin contacto se basa en el efecto estroboscópico, es decir, un objeto giratorio se visualiza estacionario cuando es iluminado por una lámpara que se enciende y apaga rápidamente en sincronización con la velocidad de rotación.

Características

El tacómetro está formado por un dial y una aguja que sirve para indicar las revoluciones en tiempo real, cuenta con marcas que indican cuáles serán los niveles seguros para no sobreexigir el motor.

Al principio, los tacómetros solo median las fuerzas centrífugas y no las lineales, y cabe mencionar que estos eran dispositivos mecánicos. En los digitales, emiten señales directas a las pantallas.

- Tiene una alta precisión en la medición de la velocidad de rotación y la velocidad de la superficie.
- Es la mejor opción cuando se necesita determinar las revoluciones por minuto de un motor, pieza mecánica o dispositivo con propiedades giratorias.

2.4.3. Partes del tacómetro



Figura 2.20. Partes del tacómetro digital

Fuente: Slideshare, 2020

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Las partes del tacómetro analógico son las siguientes:

Imán.- El imán forma parte importante del tacómetro, es el encargado de que se cumpla todo el funcionamiento ya que con su campo magnético se encarga de realizar los marcajes en la pantalla.

Muelle espiral.- Es el encargado de amortiguar la torsión del tacómetro en general en forma de espiral.

Órgano de transmisión.- Este es el que se encarga de mandar toda la información de la rotación al imán para que este haga el resto del trabajo.

Tornillo sin fin.- Es el que se encarga de comunicar el movimiento entre los ejes.

Árbol de accionamiento.- Este se encuentra en la unión que está en el sector de accionamiento del motor y el cambiador de tomas.

Anillos.- El tacómetro cuenta con varios anillos en toda su estructura, pero el más importante se encuentra en el campo magnético del imán, que se encarga de marcar en la pantalla.

Pantalla.- Es la encargada de marcar toda la información al conductor, se encuentra ubicada en el tablero del coche; esta entrega sus lecturas en unidades kilométricas, a través de una aguja y una escala.

Funcionamiento

El tacómetro tiene un mecanismo operativo basado en el campo magnético de un imán que se activa tan pronto como el elemento giratorio comienza a girar. Este imán funciona con un transmisor que envía la señal recibida por el imán. Al mismo tiempo, el anillo gira, lo que puede crear otro campo magnético. Es el campo magnético y sus fuerzas las que hacen que las manecillas se muevan o envíen la información con el número de revoluciones por minuto que se refleja digitalmente en la pantalla. En algunos casos, cuenta con un odómetro para esta tarea básica. Debe entenderse que la unidad de medida es rpm, sin embargo, las medidas de frecuencia están marcadas en la escala multiplicada por 1000. Por eso la escala muestra números como 1, 2, 3... Cuando la aguja está marcada en la escala como 6, significa que el motor o elemento giratorio gira a 6000 rpm (Materiales Laboratorio, 2020).

Aplicación



Figura 2.21. Aplicación del tacómetro en la industria
Fuente: Testo, 2022b

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Son utilizados a nivel global, ya que abarcan todos los campos industriales. Son indispensables porque toda la maquinaria que usan en ese entorno tiene un motor, y estos ayudan a determinar las cualidades como son la velocidad y las rpm.

Además de las industrias, como sabemos, el tacómetro también es muy usado en el campo automotor ya que hoy todo vehículo tiene uno. Antes solo se usaba para los vehículos de alto desempeño, o podríamos decir los autos de carreras. Como podemos apreciar, el tacómetro ha ayudado mucho, aunque a veces pasa desapercibido. Ha sido un elemento trascendental de carácter mundial.

Recomendaciones de mantenimiento

Recomendaciones importantes según Orlan (2015):

- Comprobación de las lecturas
- Para saber si el instrumento opera correctamente, se debe comprobar con un modo (tacómetro láser, frecuencímetro u osciloscopio). Nunca compare con tacómetros de otras marcas porque la tecnología utilizada, el procesamiento de la señal y su comportamiento son diferentes.

Verifique el voltaje y la corriente de la batería:

- El tacómetro debe recibir 12 V CC y al menos dos amperios para funcionar correctamente. Los terminales de la batería deben estar completamente limpios.

Invertir la polaridad de la fuente de alimentación:

- Esta es una de las fallas más comunes en este tipo de tecnología. Esto hace que se quemen varios componentes, como reguladores de 12 V, condensadores, microcontroladores, osciladores. Los componentes electrónicos pueden dañarse por inversión de polaridad o descarga eléctrica.

Los tacómetros son muy poco proclives a sufrir una avería dentro de ellos, mas no los cables que conectan. Se recomiendan revisiones/inspecciones periódicas, normalmente cada 25 000 km (Loctite Teroson, 2016).

Tabla 2.4. *Mantenimiento del tacómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el tacómetro - Limpiar con un paño húmedo el tacómetro - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Evitar caídas y golpes

Ventajas del tacómetro digital

- Su lectura/interpretación es fácil.
- Es más preciso al momento de marcar las revoluciones.
- Tiene una mejor estética para los vehículos modernos.

Ventajas del tacómetro análogo

- Son muy duraderos. Comparten esta ventaja con el digital, ya que llevan casi la misma estructura.
- Para los amantes de lo análogo, pues sus agujas gustan a muchos.
- Son de fácil mantenimiento.
- Son económicos al momento de cambiarlos.

Desventajas del tacómetro digital

- Su pantalla led puede sufrir algún golpe y dejar una mancha que no permite la correcta visualización.
- Tienen mayor costo.

Desventajas del tacómetro análogo

- Suelen tener una lectura errónea por algún factor externo;
- Personas no suelen leerlos/interpretarlos con facilidad.

Marcas

- | | | |
|----------|------------|-------------------|
| • KKmoon | • Mastech | • KKmoon con copa |
| • SODIAL | • Fluke | |
| • Uni-T | • Tacklife | |

Nota: Los tacómetros no son perjudiciales para la salud; sin embargo, se recomienda utilizar los equipos de protección personal para las inspecciones.

2.5. ACELERÓMETRO



Figura 2.22. Acelerómetro

Fuente: PCE, 2022a

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.5.1. Definición de acelerómetro

El acelerómetro es un dispositivo que puede medir y analizar aceleraciones lineales y angulares en una, dos o tres direcciones. Esta funcionalidad es necesaria para muchos dispositivos y sistemas básicos que se utilizan en casi todos los ámbitos de la vida, desde los electrodomésticos cotidianos hasta las aplicaciones industriales o de investigación y desarrollo profesional (ver fig. 2.22 a fig. 2.26).

Desde la posición de Rincón (2010, p. 26): «Un acelerómetro es un dispositivo electromecánico que mide las fuerzas de aceleración, estos se encuentran a escalas de décimas de micrones con niveles de sensibilidad y error muy pequeños».

Mientras que para PCE (2019), un acelerómetro es un dispositivo compacto que se utiliza para medir directamente las vibraciones de una máquina. El dis-

positivo mide varios parámetros de vibración: aceleración, velocidad y desplazamiento, según DIN ISO 10816 - ISO 5349 y ISO 2631. El acelerómetro fue creado en el año de 1943 por Brüel y Kjær.



Figura 2.23. Tipos de acelerómetros
Fuente: PCE, 2018; Átomos, 2020
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.5.2. Tipos de Acelerómetros



Figura 2.24. Tipos de acelerómetros
Fuente: Directindustry, 2022b
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Acelerómetro mecánico.- Utiliza un sensor de velocidad con resortes-filtros y tiene un sistema de amortiguación para reducir la vibración durante la medición.

Acelerómetro capacitivo.- Este instrumento recibe y mide el sistema capacitivo, de tela o de resorte. Para una aceleración dada, el disco se mueve y crea una diferencia de capacitancia en la que se mide la aceleración.

Acelerómetro piezoeléctrico.- El funcionamiento de este dispositivo está ligado al efecto piezoeléctrico. La modificación de la estructura cristalina del material provocada por la deformación física conduce a una modificación de las propiedades eléctricas.

Acelerómetro piezoresistivos.- Diseñado para medir la aceleración o la vibración a frecuencias bajas o medias.

Acelerómetros térmicos.- Es un nuevo tipo de acelerómetro basado en convección térmica.

Acelerómetro de efecto Hall.- Para Engenharia e Sistemas (2018, p. 14), durante la aceleración, en este dispositivo, «se mueve una cinta, está conduciendo corriente eléctrica, por un campo magnético no uniforme, cuanto mayor sea el desplazamiento, mayor será el campo magnético, por lo tanto, cuanto mayor sea la diferencia de potencial en la corriente, debido al efecto Hall».

Acelerómetro magnetorresistivo.- Para este acelerómetro, se puede mencionar bajo el criterio de Engenharia (2018, p. 15), que «la aceleración provoca un desplazamiento en una masa de material magnético y, en la parte fija del dispositivo, hay materiales que cambian su resistencia, con la presencia de un campo magnético».

Características

Los acelerómetros miden rápida y fácilmente las aceleraciones, los desplazamientos y las tasas de oscilación para probar las vibraciones de la máquina y los componentes. Los acelerómetros permiten medir vibraciones en tres ejes: x, y, z. Esto ayuda a identificar defectos o desequilibrios.

2.5.3. Partes del acelerómetro

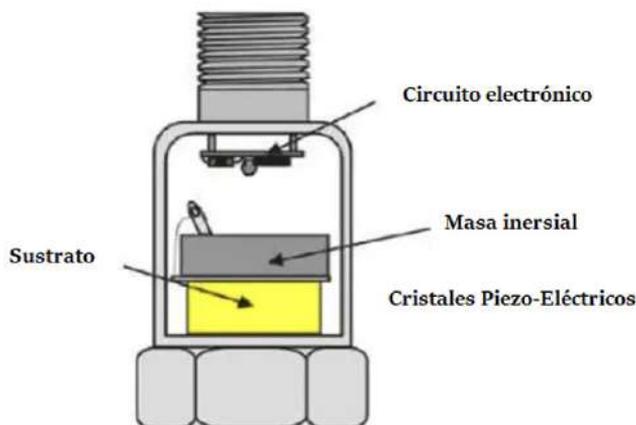


Figura 2.25. Partes del acelerómetro

Fuente: Mecafenix, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

El transductor de aceleración.- Mide la aceleración en tres ejes, es decir, X, Y, Z.

Sustrato.- Mide la intensidad de la corriente.

Cristales piezo-eléctricos.- Cuando son sometidos a alguna fuerza, producen una corriente eléctrica a causa de la variación de su estructura cristalina.

Funcionamiento

Independientemente del tipo, los acelerómetros comparten el mismo mecanismo operativo capaz de medir el desplazamiento de sus componentes cuando mide la aceleración. Estos componentes son resortes, placas o sensores. Al recibir una fuerza de aceleración, crean movimiento y cambian la capacitancia.

Aplicación



Figura 2.26. Aplicación del acelerómetro en la industria

Fuente: Gis Ibérica, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Los acelerómetros son ampliamente utilizados en el hogar y se pueden encontrar en instrumentos de medición de laboratorio, dispositivos tecnológicos (como teléfonos móviles y tabletas) para análisis de movimiento de pacientes en rehabilitación o movilidad limitada, y en el campo biológico (para la detección de animales deportivos en granjas). También se utilizan como complemento de aviones, barcos o el propio GPS; a menudo se usan junto con un giroscopio, ya que el acelerómetro mide la aceleración de un objeto y el giroscopio mide la dirección del movimiento; combinados, pueden proporcionar datos muy precisos sobre la verdadera ubicación de un objeto.

Recomendaciones de mantenimiento

Se debe realizar un mantenimiento preventivo o predictivo al acelerómetro, ya que este es de suma importancia en las máquinas que están sujetas a vibraciones, y más si son equipos que trabajan 24/7 porque aumenta el riesgo de falla, daño o avería. Así evitamos las paradas imprevistas.

Tabla 2.5. *Mantenimiento del acelerómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Marcas

- Honeywell
- Bruel & Kjaer
- PCE, CEMB
- Banner
- Bently Nevada

Nota: Las medidas de seguridad se deben utilizar en las máquinas que generan mucha vibración, ya que esto puede afectar al cuerpo humano por el uso progresivo, la intensidad de vibración y el tiempo de exposición. Lo mejor es utilizar los equipos de protección personal; estar expuestos por mucho tiempo a vibraciones puede afectar a la salud física.

Las vibraciones pueden tener efectos perniciosos sobre la columna vertebral, puede provocar o agravar lesiones de los discos intervertebrales, lumbalgias, pinzamientos, lumbociáticas y lesiones raquídeas menores (Salud, 2017).

2.6. LUXÓMETRO



Figura 2.27. Luxómetro

Fuente: Impormel, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.6.1. Definición de luxómetro

El luxómetro es un dispositivo de medición que se utiliza para averiguar cuánta luz o luminosidad está presente en el medio en el que la luz aparece para el ojo humano. Esto no es lo mismo que medir la energía producida por una fuente de luz; la unidad de medida es el lux. Para el ojo humano, un lux corresponde a la energía que produce la fuente de luz. Estas unidades expresan resultados en lux (una unidad del sistema internacional) (ver fig. 2.27 a fig. 2.31).

Un lux (símbolo lx) corresponde a la iluminación de un área lograda por un flujo de luz de 1 lumen por metro cuadrado. Así, el luxómetro indica cuántos lux recibe la superficie.

Un luxómetro es un instrumento de medición que se puede utilizar para medir con precisión los niveles de luz. Cuanto mayor sea la energía de la luz, más energía eléctrica se utiliza para indicar la iluminación de la pantalla (Materiales de Laboratorio, 2017a).

La creación de este equipo aparece como una necesidad de medir la luz en el siglo XX. Se desconoce el año y creador del equipo.



Luxómetro Digital



Luxómetro Analógico

Figura 2.28. Luxómetro digital y analógico
Fuente: DirectIndustry, 2016
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.6.2. Tipos de luxómetros



Figura 2.29. Tipos de luxómetros
Fuente: Directindustry, 2022c
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Luxómetros digitales

Digital.- Este tipo puede medir la intensidad de la luz no solo en exteriores, sino también en interiores, como edificios, laboratorios, pasillos, etc. Tiene un rango de operación de 0 a 100 000 lux con cambios de escala automáticos y también tiene una memoria que almacena las mediciones en función de la hora, la fecha y la ubicación.

Mavolux & Movo monitor.- Este modelo es adecuado para talleres de estudio fotográfico e industria y es ideal para mediciones de corta distancia en interiores y exteriores. Es necesario instalar accesorios para poder medir largas distancias.

Multifunción.- Este luxómetro reúne varios tipos de medidores en el mismo equipo.

Montaje LXT.- Este medidor de luz, con dispositivo de advertencia, consta de un pequeño soporte de pared con un cable de 1,5 m, un sensor de medición, una pantalla digital y un transmisor de luz, que se utiliza principalmente durante el día para controlar el nivel de luz en salas de producción y laboratorios fotográficos.

PCE-UV34.- Utilizado para medir la intensidad de la radiación ultravioleta.

Luxómetros analógicos.- Permiten medir simple y rápidamente la iluminisidad.

Características

Entre las características más importantes se puede mencionar que «permiten obtener de forma rápida y precisa la intensidad luminosa de un espacio» (Sweetsthome, 2019).

2.6.3. Partes del luxómetro



Figura 2.30. Partes del luxómetro digital
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Sonda de detección de luz.- Encargado de percibir la intensidad lumínica que se quiere medir y transformarla en energía eléctrica, la cual luego es transportada hacia el lector (parte de una fotorresistencia) (Departamento Técnico Faro Barcelona, 2022).

Lector.- Encargado de recibir la señal eléctrica enviada por el fotorreceptor y transformarla en una medida de luminosidad. Luego, esta medida es la que aparece indicada en pantalla (Departamento Técnico Faro Barcelona, 2022).

Funcionamiento

- Lo primero que se debe hacer es colocar el fotorreceptor, que es el encargado de absorber la luz, frente a la fuente que se desea medir.
- Luego, en el lector del luxómetro, se debe colocar la escala apropiada, dependiendo de qué tan fuerte o débil sea la luz que se quiere medir.
- Una vez que ya se ha realizado ese paso, se procede a presionar el botón de encendido del lector y esperar hasta que la lectura aparezca. Para esto deben pasar unos segundos.
- Después de que aparezca la lectura, el resultado se va a multiplicar por el número de la escala que se seleccionó. Por ejemplo, si se elige una escala de 200 lux y la medida fue de 30, el valor es de $30 \times 200 = 6000$ (Departamento Técnico Faro Barcelona, 2022).

Aplicación



Figura 2.31. Aplicación del luxómetro en la industria

Fuente: Her-408, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Estas son algunas aplicaciones importantes que se consideran (Departamento Técnico Faro Barcelona, 2022; Suplies KD, 2019):

- Cine y fotografía. Se puede usar un medidor de luz para determinar el brillo de una escena. Aunque para este propósito es preferible un fotómetro fotográfico de mano.
- Seguridad e higiene. Medir el brillo en el entorno de trabajo. Si es demasiado alto o demasiado bajo, puede afectar la salud de los trabajadores.
- Meteorología y agricultura. Esto le permite medir el brillo natural; de esta manera es posible conocer la luz que recibe la ciudad. También hay campos y bosques. Además, se puede utilizar para medir la luz artificial en invernaderos o en el jardín de la casa.
- Se pueden utilizar para medir la contaminación lumínica.
- Productos de energía. Optimice la iluminación interior o exterior.
- Conservación de obras de arte en museos. Le permiten determinar la intensidad de la luz a la que está expuesto el objeto, especialmente para personas sensibles a la luz.
- Diseño de interiores, talleres. Iluminación adecuada en las edificaciones.

Recomendaciones de mantenimiento

Se recomienda limpiar con un trapo húmedo el dispositivo; guardarlo en espacios libres de humedad.

Tabla 2.6. *Mantenimiento del luxómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Ventajas y desventajas entre analógico y digital:

Ventajas

- Son muy fáciles de utilizar.
- Ofrecen mediciones bastante precisas.
- Resultan muy económicos.
- Son ligeros y fáciles de transportar.
- Cuentan con una gran cantidad de aplicaciones.

Desventajas

- No son tan recomendados para la fotografía y cine.

Marcas

- AOPUTTRIVER
- KIMO
- Testo
- TESTO
- Fluke
- Stere
- Konica

Nota: La falta de luz puede producir enfermedades físicas como la ceguera o pérdida de visión, fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes; por esta razón es de suma importancia utilizar este equipo.

2.7. DENSÍMETRO



Figura 2.32. Densímetro
Fuente: Tec, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.7.1. Definición de densímetro

El densímetro es un instrumento de medición que sirve para determinar la densidad de los fluidos (ver fig. 2.32 a fig. 2.36).

Un densímetro es un dispositivo que mide la densidad de los líquidos según el principio de Arquímedes. Consta de una varilla de vidrio hueca con una base extendida y un lastre. Cuando se sumergen en un líquido, flotan hasta el punto en que la cantidad de líquido expulsado es igual al peso de toda la unidad; por lo que se hunden más o menos dependiendo de la densidad del líquido (Gis Ibérica, 2019).

Un densímetro es un instrumento de laboratorio que se utiliza para medir la gravedad relativa de varios líquidos específicos según el concepto y el principio de flotabilidad (Pedro J., 2019).

El densímetro fue inventado por Hipatia de Alejandría en el siglo XI, aunque la mayoría de sus escritos se han perdido. En 1967, Antón Paar lanzó el primer densímetro digital con tecnología de tubo en U oscilante (Admin By, 2022).



Figura 2.33. Tipos de densímetros

Fuente: Equinlab, 2020

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.7.2. Tipos de densímetros



Figura 2.34. Tipos de densímetros

Fuente: Oceanshop, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

La clasificación de los densímetros más importantes según Studocu (2018), Científico (2019) y Filosofía (2017) incluye los siguientes:

- Lactodensímetro: mide la densidad de la leche.
- Sacarímetro: determina la concentración de sacarosa en una solución.
- Salinómetro: calcula la densidad de sales en agua marina.
- Picnómetro: registra el valor de la densidad en elementos sólidos o líquidos.
- Urómetro: determina la densidad en las muestras de orina.
- Alcoholímetro: calcula los grados alcohólicos que posee una bebida.
- Densímetro de baterías: mide la carga de las baterías.
- Densímetro digital: obtiene datos más precisos.
- Densímetro nuclear: sirve para medir la humedad y densidad de superficies como hormigón, asfalto o suelos base.

Características

Estas son algunas características importantes para Filosofía (2017) y Científico (2019):

- Evaluar procesos de fermentación de sustancias azucaradas.

- Estudiar la pureza de alimentos de origen animal como la leche.
- Determinar el grado de alcohol en industrias cerveceras y vinícolas.
- En el área automotriz, es útil para calcular la carga de un acumulador de energía.
- Es un instrumento de gran utilidad en laboratorios químicos y físicos, donde se preparan habitualmente soluciones.

2.7.3. Partes del densímetro



Figura 2.35. Partes del densímetro

Fuente: Científico, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Bulbo o flotante.- Se encuentra en la parte inferior y puede ser más o menos ancho dependiendo del tipo del densímetro.

Vástago o espiga con escala de medición.- La escala revela las unidades de medida del artilugio. Puede estar elaborada en papel, y se encuentra dentro de la herramienta.

Lastre.- Aquí se albergan unos perdigones de plomo o mercurio que facilitan que la herramienta se sumerja en la solución.

Funcionamiento

Estos son algunos aspectos importantes considerados para el funcionamiento según Net Interlab (2017):

- Colocar el líquido para analizar en la probeta.
- Agitar con la varilla para homogeneizar la temperatura y la densidad.
- Tomar el densímetro por su vástago e introducirlo suavemente en el líquido.
- Permitir que el densímetro se equilibre sin tocar las paredes de la probeta.
- Continuar desde la parte inferior del menisco para leer la escala del densímetro.
- Verificar la temperatura y corregir si es diferente de la calibración.

Aplicación

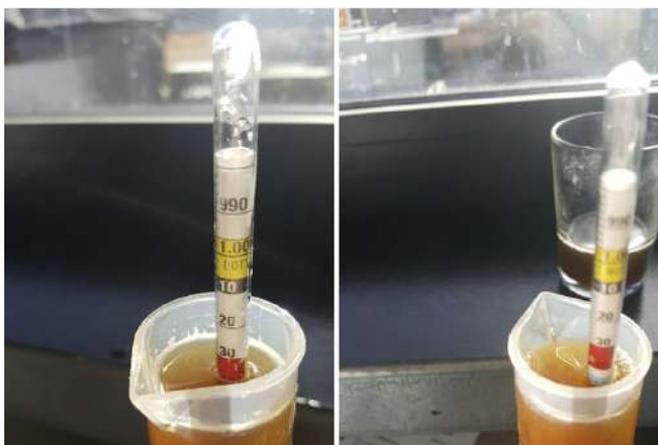


Figura 2.36. Aplicación del densímetro.

Fuente: Sólo, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Estas son algunas aplicaciones importantes de los densímetros:

- Evaluar el proceso de fermentación de sustancias azucaradas.
- Investigar la pureza de los alimentos de origen animal como la leche.
- Determinar del nivel de alcohol en la industria de la cerveza y el vino.
- En la industria del automóvil, es útil para calcular la energía de carga de la batería.

- Esta es una herramienta muy útil en laboratorios químicos y físicos donde generalmente se preparan soluciones.

Recomendaciones de mantenimiento

- Calibrar el equipo para una mejor precisión del densímetro.
- Evitar el tiempo de inactividad no planificado.
- Limpieza y desinfección del equipo.

Tabla 2.7 *Mantenimiento de densímetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Marcas

- | | | |
|------------------|------------------|--------------|
| • Marca BabyHUIH | • Yeaphy | • Yostyle |
| • Mudent | • Z/C | • BORDSTRACT |
| • Strimm | • Brewer’s Elite | • Fditt |
| • Naruekrit | • Haofy | • Anpro |

Nota: La utilización de estos equipos no es perjudicial para la salud, pero se recomienda utilizar los equipos de protección personal dispuestos por el área.

Este dispositivo lo puede encontrar con los siguientes nombres:

- Hidrómetros
- Densímetros
- Areómetro

2.8. HIGRÓMETRO



Figura 2.37. Higrómetro

Fuente: MacTec, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.8.1. Definición de higrómetro

Un higrómetro es un instrumento que se utiliza para medir el grado de humedad en el aire, el suelo, las plantas o puede proporcionar un indicador cualitativo de la humedad ambiental (Boletinagrario, 2022).

La Real Academia de la Lengua (2023) considera que el higrómetro es un «instrumento que sirve para determinar la humedad del aire atmosférico».

El higrómetro es un instrumento utilizado para medir cualitativamente la humedad en la atmósfera. Estos valores se expresan en porcentaje y van de 0 % a 100 %. La cantidad de humedad relativa se refiere a la proporción de agua gaseosa o vapor en el aire, en relación con la cantidad de agua que saturaría el aire a una temperatura determinada (ver fig. 2.37 a fig. 2.41).

El primer higrómetro fue creado en 1480 por la habilidad e ingenio del inventor Leonardo da Vinci (The Weather Channel, 2019).



Figura 2.38. Higrómetro digital y analógico

Fuente: Walmart, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.8.2. Tipos de higrómetros



Figura 2.39. Tipos de higrómetros

Fuente: Atlantis, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Higrómetros analógicos

Su funcionamiento se inclina al analizar los comportamientos de los elementos y materiales que lo componen que, según Guías Prácticas (2020), son:

- Higrómetro de cabello natural
- Higrómetro de cabello sintético
- Higrómetro psicrómetro
- Higrómetro de absorción
- Higrómetro espiral
- Higrómetro de condensación
- Higrómetros de punto de rocío

Higrómetros digitales

Estos instrumentos de medición son dispositivos en los cuales los componentes móviles son reemplazados por sensores, los cuales brindan de manera exacta los niveles de temperatura existentes en las diferentes condiciones del ambiente.

- Higrómetro capacitivo
- Higrómetro resistivo
- Higrómetro eléctrico
- Higrómetro térmico
- Higrómetro gravimétrico
- Higrómetro de absorción
- Higrómetro de condensación
- Higrómetro de cuerda o de cabello
- Higrómetro de espiral

Características

El higrómetro (a diferencia de los instrumentos de medición de temperatura) es necesario para medir el grado de humedad en el aire u otros gases, ideal para medir la humedad relativa.

2.8.3. Partes del higrómetro



Figura 2.40. Partes del higrómetro digital

Fuente: Humedad, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Gis Ibérica (2017, p. 12) considera que el higrómetro eléctrico «está formado por dos electrodos arrollados en espiral entre los cuales se halla un tejido impregnado de cloruro de litio acuoso. Si se aplica a estos electrodos una tensión alterna, el tejido se calienta y se evapora una parte del contenido de agua».

Los higrómetros cuentan con las siguientes partes:

- Pantalla o *display*
- Sensor
- Soporte de pila
- Soporte de gancho

Funcionamiento

PCE (2021b, p. 12), en el modelo de higrómetro PCE-780, menciona que «lleva integrado un sensor de temperatura infrarrojo y uno de humedad. Con estos dos sensores, el higrómetro determina el punto de rocío. Si se alcanza o supera el punto de rocío, existe el riesgo que se produzca humedad y, como consecuencia, se genere moho».

Su funcionamiento se basa en el sensor y la pantalla.

Aplicación



Figura 2.41. Aplicación del higrómetro

Fuente: Testo, 2022a

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Este instrumento se utiliza para determinar la humedad existente dentro de cualquier ambiente, pues la exposición a una humedad alta puede ser perjudicial para la salud; esta exposición puede causar enfermedades como la neumonía, alergias, irritabilidades, gripes, entre otras afecciones.

Su utilidad se expande a sectores de gran importancia tales como industrias, ciencia, salud, ingeniería civil y mayormente en los acuarios. En la producción agrícola, puede ser utilizado para determinar el ambiente óptimo para la conservación de los alimentos. De la misma manera, se le da uso en predicción de tiempos lluviosos y tormentas.

En la ingeniería civil, es de suma importancia el uso de un higrómetro, pues ayuda a determinar la concentración de humedad que se puede encontrar en las paredes, y así alcanzar una optimización de recursos.

Según Higrómetro (2022), este equipo puede ayudar en las siguientes áreas:

- Tratamiento de enfermedades (respiratorias)
- Aplicaciones biomédicas
- Fisioterapia

Aunque no lo parezca, un higrómetro es una herramienta que se puede utilizar en la industria en las siguientes áreas.

- Meteorología
- Madereras
- Laboratorios
- Construcción
- Pinturas
- Incubadoras de huevos
- Invernaderos
- Tabacaleras
- Museos
- Instrumentos
- Meteorología
- Producción de alimentos
- Destilería

Recomendaciones de mantenimiento

Se requiere un mayor mantenimiento y precaución en el uso de los higrómetros analógicos, pues estos requieren cierta calibración para su correcto funcionamiento.

La calibración del higrómetro digital, al tener componentes netamente electrónicos, es automática. En los higrómetros analógicos y digitales, es necesario realizar un mantenimiento preventivo y mantener un excelente cuidado del equipo (evitar golpes).

Una de las ventajas de los higrómetros digitales es la desaparición de la necesidad de calibrar el instrumento periódicamente. También es más fácil interpretar sus lecturas, son confiables y su duración es más larga.

Tabla 2.8. *Mantenimiento del higrómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Marcas

- Zogin
- Wetterladen
- Scientific
- Colemeter
- ThermoPro
- Medisana
- KLIMAKURT

Nota: La exposición a un humedad alta puede ser perjudicial para la salud. Esta puede causar enfermedades como la neumonía, alergias, irritabilidades, gripes entre otras afecciones. Por esta razón, se recomienda utilizar el higrómetro. Tener precaución al tomar las medidas de humedad.

2.9. FRECUENCÍMETRO



Figura 2.42. Frecuencímetro
Fuente: PKT-2860, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.9.1. Definición de frecuencímetro

Es un dispositivo que mide la frecuencia en un período de tiempo, determina y funciona gracias a que cuenta el número de repeticiones que se da en el intervalo de una onda y en la posición de la misma, es decir acumula el número de períodos en un contador, y posteriormente se procede a dar el resultado que se mide en Hertzios (Hz), en honor a Heinrich Rudolf Hertz (ver fig. 2.42 a fig. 2.46).

Para Malvino et al. (2000), un frecuencímetro es un instrumento utilizado para medir la frecuencia mediante un contador que acumula el número de ciclos

para contar el número de repeticiones de una onda en el mismo lugar en un intervalo de tiempo. Dado que la frecuencia se define como el número de eventos de cierta clase que ocurren en un período, su medición suele ser sencilla. Fue creado en por Chester Carlson, en 1937.



Frecuencímetro Analógico

Frecuencímetro Digital

Figura 2.43. Tipos de frecuencímetros

Fuente: Industry, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.9.2. Tipos de frecuencímetros



Figura 2.44. Tipos de frecuencímetros.

Fuente: Fema, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Existen dos tipos de frecuencímetro en la actualidad (Malvino, 1999):

Frecuencímetro digital.- Este modelo es el que más abunda en el mercado y el que más se utiliza actualmente. Es muy valorado gracias a su precisión al mo-

mento de realizar las lecturas; algo más que lo diferencia es su pantalla de cristal líquido que brinda mayor comodidad.

Frecuencímetro de radiofrecuencia.- Estos artefactos son utilizados al momento de medir radiofrecuencias y, debido a que estas son muy altas, suelen tener un rango de medida más alta para evitar que colapse. Otra característica de estos equipos es que pueden bajar las frecuencias en su intensidad para que sea más fácil su medición.

Los medidores de frecuencia diseñados para medidores de radiofrecuencia (RF) funcionan de la misma manera que los medidores de baja frecuencia, pero generalmente tienen un rango de medición mayor para evitar el desbordamiento. Para frecuencias muy altas, el diseño utiliza dispositivos que reducen la frecuencia de la señal para que los números comunes puedan operar a frecuencias más comunes. La pantalla tiene esto en cuenta para dar la lectura real. (Onuba Electrónica, 2017).

Mientras, EcuRed (2017) considera que también existen:

Frecuencímetro de lengüetas.-Es un dispositivo que mide la frecuencia del voltaje de corriente alterna.

Lengüetas dobles.- El medidor de frecuencia dual FD integra dos sistemas de medición completamente independientes en una unidad para la operación sincrónica del generador (verificar la relación de frecuencia antes de la conexión). Cuenta con un sistema de lengüeta vibrante que consiste en un conjunto de placas ferromagnéticas que forman un peine montado en un electroimán. Al circular la intensidad variable en su espira, la lámina, cuya frecuencia natural de oscilación coincide con la frecuencia de la doble intensidad, entra en vibración (La Habana, 1990).

Lengüetas vibrantes.- Los frecuencímetros de caña vibrante se utilizan para medir líneas y redes en torno a su valor nominal. Un sistema de lengüeta vibrante consiste en un conjunto de placas ferromagnéticas que forman un peine montado en un electroimán. Al circular la intensidad alterna en sus espiras, la lámina, cuya frecuencia natural de oscilación coincide con el doble de la frecuencia de la intensidad, comienza a vibrar (La Habana, 1990).

PCE (2020) considera que existen estos frecuencímetros:

- Frecuencímetros de mano para el rango de medición de 10 Hz a 2,6 GHz.
- Medidor de frecuencia de laboratorio (banco) con un rango de medición de 0,1 Hz a 1,5 GHz.
- Ambos medidores de frecuencia son de alta calidad y cumplen con el estándar de seguridad IEC-1010-1.

Características

Los frecuencímetros existen en varios modelos y marcas en la actualidad. Según PCE (2020, p. 5), «con software e interfaz USB pantalla de LED, frecuencímetros de 8 dígitos con rango de medición de 10 Hz hasta 2,7 GHz, frecuencímetros hasta 200 MHz con generador de funciones, función arbitraria, frecuencímetros de bolsillo, para frecuencia, periodo / 10 Hz...2,6 GHz».

2.9.3. Partes del frecuencímetro

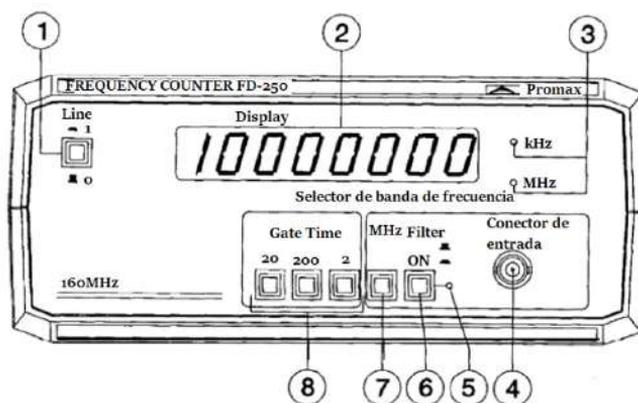


Figura 2.45. Panel Frontal

Fuente: Diagramas, 2014

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

1 Line.- Interruptor de red: aquí es donde se puede alimentar al dispositivo con la tensión recibida de la red.

2 Display.- Son segmentos de ocho dígitos formados de luces LED.

3 kHz/MHz.- Aquí se refleja la unidad de medida en la que el equipo opera, ya sea en kHz (kilohertzios: mil ciclos por segundo) o MHz (mega hertzios: un millón de ciclos por segundo).

4 Conector de entrada.- La entrada para este puerto es de tipo BNC y sirve para medir las frecuencias que alcanzan hasta 160 MHz.

5 Indicador de filtro.- Sirve para indicar que se ha conectado el filtro de entrada con el selector.

6 Filter.- Como su nombre mismo lo indica, funciona como un filtro, el cual permite medir frecuencias de intensidad muy bajas y elimina los ruidos no deseados que se puedan sobreponer a la señal.

7 Selector de banda de frecuencias.- Este selector logra que se pueda alcanzar la resolución de 10 Hz-160 MHz.

8 Gate time.- Esta herramienta permite elegir los tiempos para poder leer de mejor manera o calibrar la resolución que requiera cada caso.

Conjunto de red.- Selector de tensión (parte posterior del equipo).

También se compone de un adaptador de señal, un contador, una pantalla y una base de tiempo.

Funcionamiento

Para poder hacer una medida más precisa en el circuito del frecuencímetro, se debe colocar en paralelo. Debe tener una alta resistencia interna, lo que también ayuda a prevenir respuestas falsas. Por la misma razón, estos instrumentos tienen bobinas multivoltas muy delgadas, por lo que el amperaje es bajo y el dispositivo continúa en operación con la fuerza necesaria para mover la aguja en la dirección indicada.

Para calcular la frecuencia de un evento, hay que contar la cantidad de veces que ocurre, considerar el intervalo de tiempo y dividir esas repeticiones por el tiempo transcurrido. Frecuencia en hertzios (Hz) según el Sistema Internacional (SI).

Los medidores de frecuencia de radiofrecuencia (RF) funcionan de manera similar a los que se usan para frecuencias más bajas, pero generalmente tienen un rango de medición más grande para evitar el desbordamiento.

Aplicación



Figura 2.46. Aplicación del frecuencímetro

Fuente: Rincón, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Como ya se sabe, el frecuencímetro sirve para captar y medir una señal eléctrica. Además de esto, también existen algunos otros parámetros que este dispositivo puede medir indirectamente:

- Puede medir la velocidad de unas ruedas dentadas en un sistema de sensores de proximidad.
- Mide la velocidad de la cinta transportadora mediante sensores y engranajes magnéticos.

Cómo podemos darnos cuenta, el frecuencímetro es de gran ayuda e importancia para distintos campos, ya sea en ingeniería mecánica, industrial, empresarial, de laboratorio, etc. Podemos utilizarlo para cualquier cosa en la que se necesite medir una corriente eléctrica. En la actualidad, gracias a los avances tecnológicos, muchos de los dispositivos de los que estamos rodeados funcionan con energía.

Recomendaciones de mantenimiento

Para tener un equipo en perfectas condiciones se recomienda:

- Mantener el equipo limpio libre de polvo y humedad.
- Utilizar el equipo recomendado para el trabajo que vayamos a realizar, por ejemplo: si la intensidad eléctrica que vayamos a medir es muy alta será

mejor utilizar un equipo analógico, y si la frecuencia que vamos a medir no pasa de los 50 GHz podemos utilizar un frecuencímetro digital.

- Siempre seguir las recomendaciones e instrucciones que nos da el manual.

Ante cualquiera error o problema que necesite reparación, siempre debemos llevarlo al servicio técnico especializado.

Tabla 2.9. *Mantenimiento del frecuencímetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Analógico

Ventajas:

Es excelente al momento de medir frecuencias que sobrepasan los 500 GHz.

Desventajas:

Su manipulación y portabilidad no son muy buenas.

Digital

Ventajas:

Mejor visibilidad de los datos arrojados.

Mejor portabilidad.

Es capaz de realizar otras funciones.

Desventajas:

No es de mucha ayuda cuando las frecuencias que medimos son muy altas.

Marcas

- Instek
- Digitec S.A.
- ORBIS
- Peaktech
- PROMAX ELECTRÓNICA
- Tense Electronic
- TTI
- B&K Precision

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal.

2.10. MANÓMETRO



Figura 2.47. Manómetro.

Fuente: Mercado, (2022)

Nota: La la figura es utilizada con fines académicos.

2.10.1. Definición de mManómetro

Los manómetros son instrumentos muy utilizados para obtener datos precisos sobre la presión de determinados fluidos. Al mismo tiempo, el instrumento le permite comparar la presión del fluido y la presión atmosférica. Se puede decir que es una válvula que sirve para medir la presión de algún tipo de líquido o gas (v. Ver fFig. 2.47 a fFig. 2.51).

El manómetro es un instrumento que se utiliza para medir la presión de un líquido o gas en un circuito. En los equipos de aire comprimido, es una herramienta importante para informar, regular y controlar de presión. Normalmente, los manómetros utilizan como valor de referencia la presión atmosférica, es decir, su

valor cero corresponde al valor absoluto de la presión atmosférica. La lectura del manómetro corresponde a la diferencia entre la presión real y la presión atmosférica., Este valor se denomina presión manométrica. Sus unidades más utilizadas son kg/cm^2 bar, Atm, Pa, PSI. (Mundo Compresores, 2017).

El manómetro o tubo de Bourdon fue creado a mediados del siglo XIX por Eugene Bourdon.



Manómetro Analógico

Manómetro Digital

Figura 2.48. Tipos de manómetros

Fuente: Disai Automatic, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.10.2. Tipos de manómetros



Figura 2.49. Tipos de manómetros

Fuente: SMI, 2022a

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Existen algunos tipos de manómetros. Omega (2022) y Asocie (2022) hablan de los tipos de manómetros:

- Manómetros comerciales
- Manómetros simples
- Manómetros de uso general
- Manómetros industriales de acero inoxidable
- Manómetros para procesos industriales
- Manómetros Tipo T precisión elevada
- Manómetros diferenciales
- Manómetros de utilidad rellenables con líquido
- Manómetro de vidrio en U
- Manómetro de tubo de Bourdon
- Manómetros digitales
- Manómetro de columna líquida
- Manómetros de columna líquida diferenciales
- Manómetros para presión absoluta
- Manómetros de columna inclinada
- Manómetro de dos ramas abiertas
- Manómetro truncado
- Manómetro metálico o aneroide
- Manómetro hidráulico
- Manómetros a medida
- Manómetros verticales o horizontales
- Manómetros con glicerina o secos sin glicerina
- Manómetros simples y con doble escala

Características

Estas son algunas de las características principales según Euston (2022):

- Se considera como uno de los instrumentos más fáciles para ser utilizados.
- Ayuda a conocer la presión atmosférica.
- La medición que realiza es relativa.
- Cuenta con dos escalas, una de ellas denota con PSI y la otra con Bares.
- Normalmente es basada en el principio de Bourdon.
- Compara la presión atmosférica interna con la externa.

2.10.3. Partes del manómetro

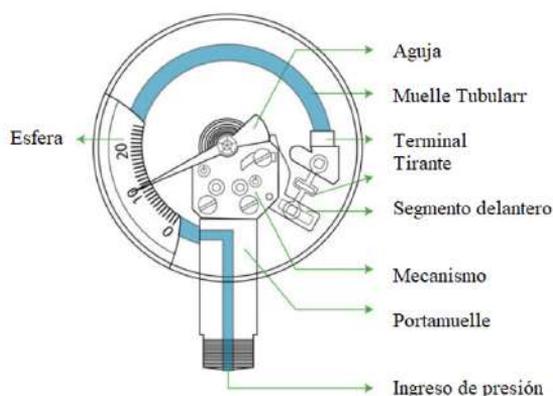


Figura 2.50. Partes de un manómetro analógico

Fuente: Blog, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

El manómetro está construido por las siguientes piezas mismas que se relacionan a continuación:

- El muelle tubular (en esta pieza transcurre el fluido)
- El tirante (parte donde tira el muelle)
- El mecanismo (es fundamental, ya que permite que la aguja se mueva)
- La aguja (es la que se encarga de señalar la medida)

- La esfera (base donde se unen los componentes)
- Conexión
- Dial giratorio
- Unión de la conexión de la presión
- Puntero metálico

Funcionamiento

Todos los manómetros funcionan sobre la base de la deformación del elemento sensible, en función de la presión y la transferencia de esta deformación al mecanismo que actúa sobre la aguja indicadora.

Aplicación



Figura 2.51. Aplicación de los manómetros en la industria

Fuente: Freepik, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

El manómetro es indispensable cuando se trata de medir una presión dentro de un envase, por lo que es utilizado en varios campos como lo son:

- Medir la presión de los neumáticos
- Garrafas de gas
- Tuberías domesticas
- Calderas

- Tanques de oxígeno
- Otros

Recomendaciones de mantenimiento

• Cuando el manómetro se instale en una máquina que emita vibraciones, lo más recomendable es buscar una solución para reducir la vibración. Esto ayuda a tener una vida útil más extensa.

• Para que el manómetro dure, es indispensable tener en cuenta que no exista sobrepresión.

• Cuando se trabaja con materiales corrosivos, debemos tener mucho cuidado, ya que el manómetro se puede corroer y obstruir.

- Muy importante: no someter al manómetro a temperaturas muy altas.

Tabla 2.10. *Mantenimiento del manómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el manómetro - Limpiar con un paño húmedo el manómetro - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Evitar caídas y golpes

Ventajas del manómetro digital

Estas son algunas de las ventajas para Areatecnologica (2022):

- Pueden utilizarse en cualquier lugar.
- No dependen de fluidos metálicos.
- Pueden ser compatibles con ordenadores y controladores lógicos programables.
- Son fáciles de portar.
- Fáciles de utilizar.
- Capaces de arreglar las desviaciones de las condiciones estándar con la ayuda de la programación.

Desventajas del manómetro digital

Estas son algunas de las desventajas para Cisneros (2018):

- Costo elevado
- Complejos en su construcción.
- Las escalas no lineales son difíciles de introducir.
- En ocasiones necesita una fuente de alimentación.

Ventajas del manómetro analógico

- No requieren una fuente de energía.
- Es resistente a golpes y vibraciones ya que su construcción es robusta.
- Rápida visualización de la presión medida.

Desventajas del manómetro analógico

- La lectura de la presión puede presentar errores, ya que no es precisa.
- No puede ser diagnosticada por un circuito de regulación que tenga el control del proceso.

Marcas

- Ametek
- Additel Corporation
- AFRISO-EURO-INDEX
- Wikal
- AEP transducers
- AirCom Pneumatic
- LEEKAI SI
- ACRN

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal cuando se realicen las lecturas en las áreas de trabajo debido a que los riesgos pueden ser altos.

Riesgos de trabajar con altas presiones

Trabajar con altas presiones, como 3000, 5000 o 10000 psi (libras por pulgada cuadrada) conlleva una serie de riesgos significativos. Estos son algunos de los riesgos asociados a trabajar con altas presiones:

- Ruptura de equipo: las altas presiones pueden ejercer una gran fuerza sobre los componentes y las conexiones del equipo. Si hay fallas en el diseño, la fabricación o el mantenimiento, existe el riesgo de que el equipo falle y se produzca una ruptura, lo que puede resultar en explosiones, proyección de fragmentos y liberación de energía violenta.
- Lesiones por proyección de fragmentos: si ocurre una ruptura o fallo del equipo a alta presión, pueden generarse fragmentos o escombros que se expulsan con fuerza. Estos fragmentos pueden causar lesiones graves, como cortes, laceraciones o impactos;
- Lesiones por liberación repentina de presión: si se produce una liberación repentina de la presión, como al desconectar una línea o una válvula, puede generarse un chorro de alta velocidad que puede impactar contra una persona cercana. Esto puede provocar lesiones por impacto o lesiones por el efecto de reacción.
- Daños a la integridad estructural: las altas presiones pueden ejercer una carga significativa en las estructuras o recipientes que contienen el fluido a presión. Si las estructuras no están diseñadas o construidas adecuadamente, pueden debilitarse o dañarse con el tiempo, aumentando el riesgo de fallos catastróficos.
- Peligro de explosión o incendio: al trabajar con altas presiones, especialmente en entornos donde se manejan sustancias inflamables, existe un mayor riesgo de explosión o incendio en caso de fugas, chispas o contacto con fuentes de ignición.
- Lesiones por golpes de ariete: las altas presiones pueden generar fenómenos de golpe de ariete, que son rápidas variaciones de presión debido al flujo repentino o interrupción del fluido. Estos golpes de ariete pueden dañar los equipos, las tuberías y los instrumentos, y también pueden causar lesiones si se encuentran cerca de la zona afectada.
- Daños en la audición: las altas presiones pueden generar niveles de ruido excesivos. Exponerse a niveles de ruido elevados de manera continua o sin la protección adecuada puede provocar daños auditivos permanentes o pérdida de la audición.

Es fundamental implementar medidas de seguridad adecuadas, como utili-

zar equipos y componentes diseñados para soportar las altas presiones, seguir los procedimientos de trabajo seguros, realizar inspecciones y mantenimiento regular, usar equipos de protección personal y recibir la capacitación adecuada para reducir los riesgos asociados al trabajo con altas presiones. (Rodríguez, 2020).

2.11. GALVANÓMETRO



Figura 2.52. Galvanómetro analógico
Fuente: Materiales, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.11.1. Definición de galvanómetro

«El galvanómetro es un instrumento de medición eléctrica que se utiliza para determinar y detectar la intensidad y también el sentido de una corriente eléctrica. Para esto aprovechan la desviación que una aguja magnética produce» (Equipos, 2022).

Un galvanómetro es un instrumento utilizado para detectar y medir la intensidad y el sentido de la corriente eléctrica (ver fig. 2.52 a fig. 2.56).

Los primeros galvanómetros fueron descritos por Johann Schweigger el 16 de septiembre del año 1820.



Galvanómetro Analógico

Galvanómetro Digital

Figura 2.53. Tipos de galvanómetros

Fuente: PeakTech, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.11.2. Tipos de galvanómetros



Figura 2.54. Tipos de galvanómetros.

Fuente: Azeheb, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Existen muchos tipos de galvanómetros, clasificados por el tipo de mecanismo, pueden ser térmicos y magnéticos.

Galvanómetro de imán móvil.- Cuenta con un indicador analógico que responde o indica cuando hay energía. Muestra la bobina por la que pasa la corriente que se quiere calcular.

Galvanómetro de bobina móvil.- En este galvanómetro, la aguja está unida a una reducida bobina con forma rectangular y móvil.

Galvanómetro de álabes concéntricos.- El funcionamiento del medidor de alabes concéntricos es similar al de paletas. Estos presentan una mayor captación de campo magnético (Arteaga, 2021).

Galvanómetro de paleta radial.- El modelo consta de dos piezas rectangulares o bandejas que forman el núcleo de la bobina, una móvil y otra fija.

Galvanómetro térmico.- En este tipo de galvanómetro, el paso de la corriente eléctrica al calentarse provoca una extensión, y se une a un conductor muy delgado al cilindro común con un pin indicador, cuyo alargamiento corresponde exactamente al paso de la corriente eléctrica.

Galvanómetro de émbolo.- El campo magnético creado en la bobina mueve el pistón o núcleo de hierro que alberga la aguja.

Características

- La peculiaridad del galvanómetro es que consta en su mayoría de los mismos componentes, lo que facilita su uso y funcionamiento.
- Esta herramienta se usa comúnmente para medir y detectar corriente, pero a lo largo de los años se ha perfeccionado para incluir una variedad de aplicaciones dentro del mismo dispositivo.
- El galvanómetro es un descubrimiento científico extremadamente importante porque puede medir con precisión la corriente eléctrica.

2.11.3. Partes del galvanómetro

Aguja: muestra el valor actual en la escala.

Escala: contiene los valores con los que la aguja muestra la medida actual.

Resorte o muelle helicoidal: permite conectar el movimiento de la bobina a la aguja.

Bobina rectangular: estos son los hilos por los que circula la corriente que se debe medir.

Imanes permanentes: producen un campo magnético que hace que la bobina se mueva en proporción a la corriente.

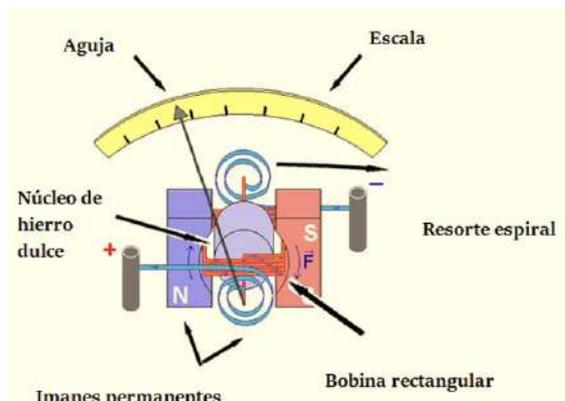


Figura 2.55. Partes del galvanómetro.

Fuente: Ruiz, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Funcionamiento

El funcionamiento del galvanómetro se basa en una aguja conectada por un resorte al eje de una bobina rectangular suspendida por dos polos opuestos de un imán permanente. La corriente que se va a medir comienza a fluir a través de la bobina rectangular plana. Cuando esta bobina se coloca en el campo magnético de un imán permanente, comienza a girar sobre un eje vertical, lo que hace que se suelte el resorte helicoidal. Este movimiento es proporcional a la corriente a través de la bobina y por lo tanto al movimiento de la aguja.

Aplicación



Figura 2.56. Aplicación del galvanómetro en la industria

Fuente: Electrónica, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Se sabe que los galvanómetros se utilizan para medir la fuerza de la corriente eléctrica, y se pueden aplicar con diversos fines en áreas industriales y residenciales. Se pueden usar en equipos para asegurar que reciban suficiente corriente para no dañarlos. También se pueden usar para medir la corriente en vehículos y para el amperaje de equipos. Con esta útil herramienta, podemos proteger los dispositivos contra sobrecargas eléctricas y así evitar daños permanentes.

Recomendaciones de mantenimiento

Tenga en cuenta que la sobrecarga eléctrica puede dañar el galvanómetro. El daño causado por esta situación es irreversible.

El mantenimiento de este elemento depende mucho de cómo sea el trabajo, ya que este no tiene un tiempo específico de vida útil.

Tabla 2.11. *Mantenimiento del galvanómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Marcas

- Citizen Chiba Precision
- Cambridge Technology
- Pangolin Laser Systems
- Abariscan GmbH
- Thlevel

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal cuando se realicen las lecturas en las áreas de trabajo.

2.12. AMPERÍMETRO



Figura 2.57. Amperímetro

Fuente: Shutterstock, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.12.1. Definición de amperímetro

Un amperímetro es un dispositivo de medición que permite detectar y cuantificar la cantidad de corriente que normalmente tiene un circuito en el flujo de energía eléctrica para medirla (ver fig. 2.57 a fig. 2.62).

Para Industrias GLS (2022), «un amperímetro, en términos generales, es un simple galvanómetro (instrumento para detectar pequeñas cantidades de corriente), con una resistencia en paralelo, llamada “resistencia shunt”».

El amperímetro es fruto de las investigaciones de André Marie Ampère y Hans Christian Ørsted en el año 1820 (Bowers, 2001).



Amperímetro Analógica

Amperímetro Digital

Figura 2.58. Amperímetro analógico y digital

Fuente: PCE, 2022b

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.12.2. Tipos de amperímetros



Figura 2.59. Tipos de amperímetros

Fuente: SMI, 2022b

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

- Amperímetro analógico
- Amperímetro digital
- Amperímetro magneto eléctrico
- Amperímetro electromagnético
- Amperímetros electromecánicos
- Amperímetros térmicos
- Amperímetros rectificadores
- Amperímetros electrodinámicos
- Amperímetro ferromagnético
- Pinza amperimétrica y transformador de corriente (CA)
- Pinzas amperimétricas flexibles (CA)
- Pinzas amperimétricas de efecto Hall (CA y CC)

Características

Los amperímetros tienen una resistencia interna muy baja, inferior a 1 ohm, por lo que su presencia no reduce la corriente a medir cuando se conecta a un circuito.

El amperímetro también es considerado un galvanómetro. Puede medir y detectar una pequeña cantidad de corriente. La mayoría de los amperímetros tienen una resistencia paralela llamada resistencia de derivación, a partir de esta se puede construir el amperímetro con diferentes rangos e intervalos de medición. El amperímetro se conecta en serie.

- Diseñado sobre base del galvanómetro.
- Cuantifica la intensidad de corriente y la representa en amperios.
- Posee resistencias llamadas shunt según las que podrá obtener diferentes rangos de medición.
- Los amperímetros eran demasiados grandes por ser análogos, pero, en la actualidad, con el pasar de los años se han convertido en digitales y así se ha reducido su tamaño.

2.12.3. Partes del amperímetro



- Dedos de gancho;
- Socket de temperatura;
- Botón de Gancho
- Puntas de prueba
- Pantalla
- Entradas
- Perilla rotatoria
- Cintilla de transporte

Figura 2.60. Partes del amperímetro

Fuente: PCPI, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

- Dedos de gancho
- Socket de temperatura
- Botón de gancho
- Puntas de prueba
- Pantalla
- Entradas
- Perilla rotatoria
- Cintilla de transporte

Funcionamiento

El amperímetro se conecta en serie.

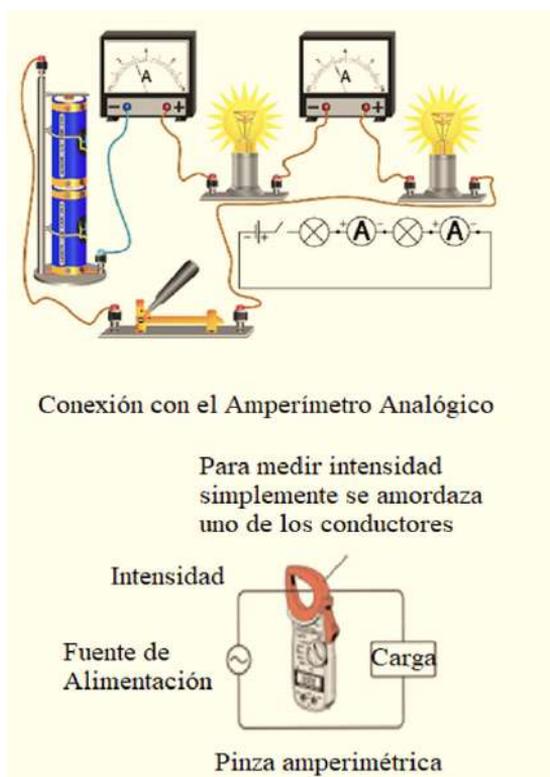


Figura 2.61. Conexión amperímetro
Fuente: Circuito, 2021
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Aplicación



Figura 2.62. Aplicación del amperímetro en la industria.

Fuente: Máquinas, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

El amperímetro se utiliza para medir la intensidad de las corrientes eléctricas en instalaciones.

Recomendaciones de mantenimiento

Asegúrese de que la batería del dispositivo esté cargada antes de usar el amperímetro.

Tabla 2.12. *Mantenimiento del amperímetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Marcas

- Flir
- Fluke
- KPS
- Socomec
- STAHL
- KAIWEETS
- KETOTEK
- Murata

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal cuando las lecturas se realicen en las áreas de trabajo y, cuando se trabaje en alta tensión, se debe contar con la certificación en riesgos eléctricos.

2.13. VOLTÍMETRO



Figura 2.63. Voltímetro

Fuente: Voltímetro, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.13.1. Definición de voltímetro

Es un instrumento de medición que se utiliza para determinar la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito. Mide la carga positiva sobre un punto del circuito, luego mide la cantidad de carga negativa sobre otro punto. La mayoría de los voltímetros son capaces de realizar mediciones precisas en una amplia variedad de dispositivos electrónicos. Pueden realizar mediciones de voltaje, así como CC, continuidad, resistencia, mediciones de transistores o pruebas de batería (ver fig. 2.63 a fig. 2.67).

Motor Giga (2017) considera que es un «instrumento para medir la diferencia de potencial entre los puntos de un circuito eléctrico al que se conecta. El principio de funcionamiento es similar al de un amperímetro; sin embargo, el voltímetro se conecta en paralelo, mientras que el amperímetro debe conectarse en serie».

En 1824, André-Marie Ampère inventó el primer voltímetro llamado galvanómetro. Fue el primer instrumento para medir corriente en conductores (Historia, 2015).



Figura 2.64. Voltímetro digital y analógico
Fuente: Material de Laboratorio, 2019
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.13.2. Tipos de voltímetros



Figura 2.65. Tipos de voltímetros
Fuente: Digital, 2021
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

- Voltímetros digitales
- Voltímetros analógicos
- Voltímetros magnetoeléctricos
- Voltímetro electromagnético
- Voltímetro vectorial
- Voltímetro DC
- Voltímetro CA

Voltímetros digitales.- Los voltímetros digitales se basan en tecnología actual y de vanguardia para proporcionar una mayor precisión de medición.

Voltímetros analógicos.- En general, los especialistas y técnicos los utilizan con mayor frecuencia en instalaciones eléctricas, ya que ven una gran aplicación en la medición de varios voltajes que transportan corriente.

Voltímetros magnetoeléctricos.- Este tipo de voltímetro se basa únicamente en la interacción de un campo magnético producido por dicha corriente a través de la bobina e incluye la salida o parte móvil del medidor en el campo magnético de la bobina.

Voltímetro electromagnético.- El principio de funcionamiento de este voltímetro se basa en el principio de la interacción de campos electromagnéticos en una bobina unida a un núcleo ferromagnético, y se cree que es el movimiento en los componentes lo que lo crea.

Voltímetro vectorial.- Utilizado en situaciones en las que se integran hornos de microondas en el sistema.

Características

Los voltímetros se conectan en paralelo.

2.13.3. Partes del voltímetro



Figura 2.66. Partes del voltímetro

Fuente: Voltímetro, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

- Terminal de entrada positivo y negativo
- Pantalla de datos analógico, LED o LCD.

Funcionamiento

El voltímetro debe estar conectado en paralelo para realizar las medidas o comparaciones en los circuitos eléctricos que van a ser medidos.

Aplicación



Figura 2.67. Aplicación de voltímetro en la industria

Fuente: PCE, 2021a

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Se deben tener en cuenta las innovaciones tecnológicas. Estas herramientas se han modernizado con el tiempo. Son utilizadas por especialistas en electrónica y reparadores de electrodomésticos.

Recomendaciones de mantenimiento

- Asegúrese de que la batería del dispositivo esté cargada antes de usar el voltímetro.
- Los voltímetros deben estar conectados en paralelo, en las conexiones correctas y seleccionados para medir en voltios y luego encendidos. De lo contrario, el instrumento puede quemarse.
- No toque ninguna parte activa cuando esté en funcionamiento.
- Asegúrese de que todas las conexiones sean correctas.
- Nunca utilice un voltímetro o una sonda de prueba dañados.
- Después de usar el equipo, limpiar y guardar correctamente para garantizar el funcionamiento normal del mismo.

Tabla 2.13. *Mantenimiento del voltímetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Marcas

- Flir
- Fluke
- KPS
- Socomec
- STAHL
- KAIWEETS
- KETOTEK
- Murata

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal cuando se realicen las lecturas en las áreas de trabajo.

2.14. MULTÍMETRO



Figura 2.68. Multímetro

Fuente: AstroA, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.14.1. Definición de multímetro

Un multímetro o tester es un instrumento electrónico muy utilizado por ingenieros y técnicos eléctricos para medir dos o más valores eléctricos (tensión - corriente - resistencia), aunque también se puede utilizar para probar la continuidad entre dos puntos de un circuito (ver fig. 2.68 a fig. 2.75). Un multímetro, también conocido como polímetro, es un instrumento electrónico portátil que se utiliza para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes (amperaje) y potenciales (tensiones o voltaje) o pasivas como resistencias (ohmios), capacidades y otras. Las mediciones se pueden realizar con corriente continua o corriente alterna en varios márgenes de medidas (Larrota, 2021).

Fue creado en 1920, por Donald MacAdie.



Multímetro Digital

Multímetro Analógico

Figura 2.69. Multímetro digital y analógico

Fuente: Velasco, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.14.2. Tipos de multímetros



Figura 2.70. Tipos de multímetros

Fuente: Solectroshop, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Existen los siguientes tipos de multímetros:

- Multímetro analógico
- Multímetro digital

Multímetro analógico.- La medición se muestra mediante una aguja. A medida que el resultado sea más alto, la aguja se moverá más hacia la derecha. Cuando no recibe corriente, la posición de la aguja permanece a la izquierda (punto 0). Poseen un tablero de lectura: este se sitúa detrás de la aguja. Tiene dibujadas varias líneas graduadas; cada una representa una magnitud distinta. Según la posición en la que se encuentre la aguja sobre el tablero, sabemos el valor de la medición. Funcionan sin pilas: no necesita una batería o pila para alimentarse, ya que la propia corriente que estamos midiendo provee al multímetro la energía necesaria para mover la aguja. Tienen una perilla selectora que permite elegir la magnitud que se requiere medir. Esta se selecciona mediante la rotación de la perilla. Son capaces de medir varias magnitudes como el voltaje, intensidad, resistencia, continuidad. Usualmente no tienen protección frente a sobrecargas. Esto exige que



tengamos más cuidado al momento de conectar una intensidad ya que, si esta es mayor a la que soporta el multímetro, podríamos quemarlo. Constan por lo menos de dos terminales, uno positivo y otro negativo.

Figura 2.71. Medición con multímetro analógico

Fuente: Multi, 2018

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.



Figura 2.72. Medición con multímetro digital

Fuente: MCI, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Multímetro digital.- Mediante un circuito, el multímetro digital convierte los datos analógicos obtenidos en valores digitales, que luego se muestran en la pantalla. El multímetro digital mide con la misma precisión que los analógicos, pero se incrementa la precisión de su lectura, ya que, con el analógico, se pueden generar pequeños errores en la interpretación de la lectura de agujas.

Características

Un multímetro tiene dos enchufes diferentes donde están los terminales. Uno para medir circuitos de corriente alterna (CA) y el otro para medir circuitos de corriente continua (CC). El multímetro tiene una batería interna y es capaz de realizar mediciones de amplitud pasivas.

2.14.3. Partes del multímetro



Figura 2.73. Partes del multímetro digital

Fuente: Instalaciones, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Aguja.- Indica el valor medido. Cuanto mayor sea el valor, mayor será el desplazamiento de la aguja hacia su derecha en las lecturas del multímetro analógico.

Pantalla.- Es el tablero de lectura. Se puede evidenciar el resultado de la medición mediante la posición en la que se encuentra la aguja encima del tablero analógico. En los multímetros digitales, se visualizara el valor en números.

Lectura de resistencia.- Para medir la resistencia, la escala se encuentra en ohmios (Ω).

Lectura de diferencia potencial.- Para medir la diferencia potencial, la escala se encuentra en voltios (V).

Lectura de intensidad de la corriente.- Para medir la intensidad, la escala se encuentra en amperios (A).

Selector de escala.- Es la perilla selectora que permite escoger la magnitud que se va a medir.

Conectores.- Bornes donde se conectan los electrodos. En el conector común (COM) siempre se conectará el electrodo negativo. Por otro lado, el electrodo positivo, dependiendo del nivel de intensidad que vayamos a medir, lo conectaremos a uno de los otros conectores.

Ajuste de 0 Ω .- Rueda que sirve para calibrar el óhmetro, para medir correctamente la resistencia.

Selector de medidas en continua o alterna.- La posición en la que colocaremos varía dependiendo de si vamos a medir en corriente continua o alterna.

Electrodos para realizar las conexiones en el circuito.- Medio de enlace entre el multímetro y el circuito que se va a medir. Tendremos un electrodo positivo (color rojo) y uno negativo (color negro). Si se va a trabajar en corriente alterna, no importa donde conectemos cada uno.



Figura 2. 74. Partes del multímetro

Fuente: Multímetro, 2018

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Funcionamiento

El multímetro —que puede medir algunas magnitudes—, cuando actúe como un voltímetro, debe conectarse en paralelo. Se debe identificar qué vamos a medir y tener una idea de entre qué valores oscila la medida. Se debe seleccionar el tipo de corriente que se va a medir. Si el multímetro es digital, mostrará el valor en la pantalla, y si es analógico, el cursor se moverá al valor medido, cable negro (–) debe estar conectado a la clavija COM y el rojo (+) a la denominación de la magnitud que deseamos medir.

Aplicación



Figura 2.75. Aplicación del multímetro en la industria

Fuente: Máquinas, 2017

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Sirve para medir tensiones, resistencia e intensidad (Equipos, 2021):

- Medición de resistencia
- Prueba de continuidad
- Mediciones de tensiones de corrientes alternas y continuas
- Mediciones de intensidades de corrientes alterna y continua
- Medición de la capacitancia
- Medición de la frecuencia
- Detección de la presencia de corriente alterna

Recomendaciones de mantenimiento

- Antes de realizar las medidas, se tiene que tomar en cuenta que esté seleccionado el tipo de corriente, ya sea continua o alterna, así como el cable en el agujero correspondiente.
- No hay que tocar las puntas de prueba cuando se realiza una medición.
- No hay que girar el selector mientras se está midiendo.
- Si el multímetro no enciende, revisar las baterías o el fusible.
- Cambiar la pila cuando aparezca el indicador de batería baja.

Tabla 2.14. *Mantenimiento del multímetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Marcas

- Fluke
- Tacklife
- Topelek
- Fkant
- Extech
- Mastech

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal cuando se realicen las lecturas en las áreas de trabajo.

2.15. TELURÓMETRO



Figura 2.76. Telurómetro

Fuente: Fluke, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.15.1. Definición de telurómetro

Es un equipo capaz de realizar mediciones en los sistemas de puesta a tierra (SPAT) y la resistividad del terreno en parámetros de resistencia. Mide en tres escalas (20Ω , 200Ω y 2000Ω), calcula el voltaje de CA hasta 200 v (puede depender de la escala del equipo) (ver fig. 2.76 a fig. 2.81).

Servidor Alicante (2015) define al telurómetro como un dispositivo que mide la resistividad del suelo. Se encarga de calcular la resistividad de la tierra donde se construirán instalaciones eléctricas. En definitiva, es un dispositivo que también se utiliza para garantizar la seguridad de la instalación y lo que pueda ocurrir en el futuro.

Fue inventado en 1956 por el físico sudafricano T. L. Wadley.



Telurómetro Digital

Telurómetro Analógico

Figura 2.77. Telurómetros digital y analógico
Fuente: Medidor, 2020

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.15.2. Tipos de telurómetros



Figura 2.78. Tipos de telurómetros.
Fuente: InnovaTec, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Digamel (2022) considera los siguientes tipos:

Telurómetro análogo.- Su funcionamiento y proceso de medición es similar a la versión digital, pero la lectura se obtiene de manera distinta. La aguja se desplaza sobre tres escalas impresas; el usuario debe observar solo la que desea para obtener una medida correcta. Sin embargo, posee un rango de error mayor al telurómetro digital debido a que la medida es tomada desde el punto de vista del usuario, lo cual puede ser un valor errado.

Telurómetro digital.- Tiene mayor acogida que los análogos debido a la precisión que ofrece al momento de realizar una medición, ya que muestra un único valor en la pantalla LCD con un bajo margen de error. Entrega una medida casi exacta.

Telurómetros de gama básica.- Las prestaciones que nos brinda este equipo incluyen solamente medición de resistencia de tierras por el método de las tres puntas y la medición del bucle de defecto Fase-PE, medida de la tensión de tierra y medida de la continuidad. Cuenta con baterías recargables para su funcionamiento.

Telurómetros de gama media.- Entre las principales prestaciones que nos brinda este equipo tenemos que cuenta con baterías recargables para su funcionamiento, incluye medición de resistividad, medida de resistencia de tierras por el método de las tres puntas y algunos de cuatro puntas, medida de la tensión de tierra y medida de la continuidad.

Telurómetros de última generación.- Entre las principales prestaciones que nos brinda este equipo tenemos que incluye medición de resistividad automática, medidas de resistencia de tierras por el método de las tres puntas y de cuatro puntas, medición de acoplamiento entre sistemas de PAT, medición de tierra selectiva con pinzas, análisis de tensiones, entre otras funciones. Cuenta con baterías recargables para su funcionamiento.

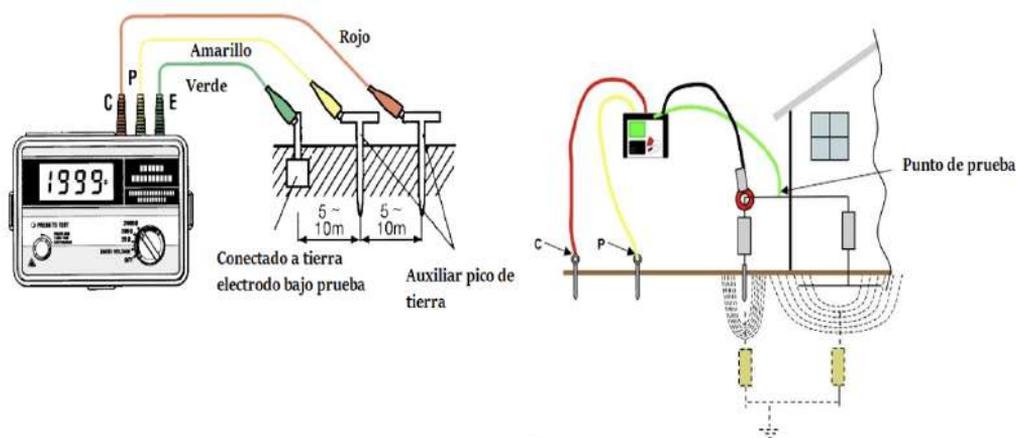


Figura 2.79. Medición del telurómetro en la industrial.

Fuente: Siafa, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Características

Se pueden realizar pruebas de corriente constante de 2 mA para conocer la resistencia de tierra física sin que se produzca un cortocircuito.

El dispositivo fue diseñado para cumplir con todas las normas de seguridad. También permite realizar pruebas momentáneas automáticas de tres minutos.

2.15.3. Partes del telurómetro

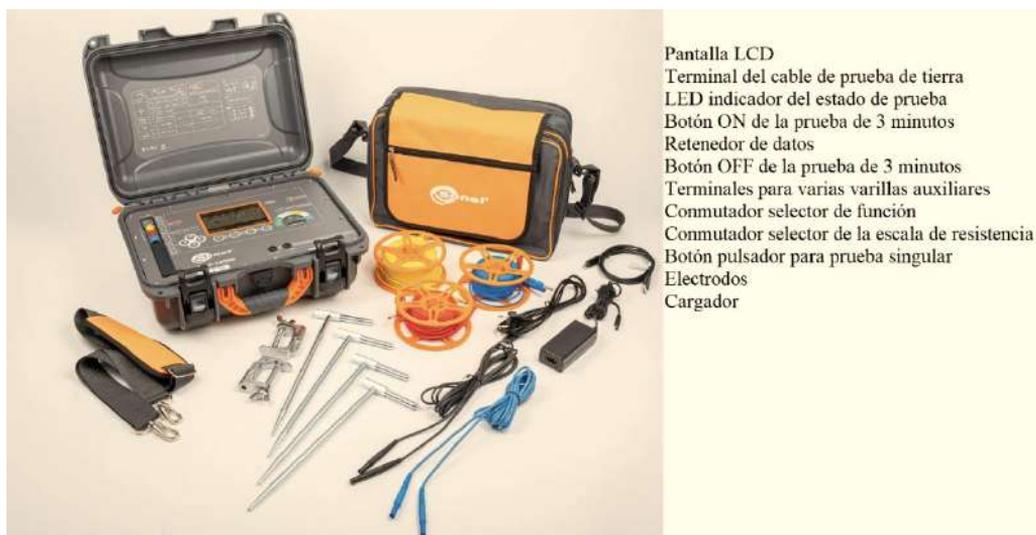


Figura 2.80. Partes del telurómetro

Fuente: Amazon, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Está conformado por las siguientes partes principales que son:

- Pantalla LCD
- Terminal del cable de prueba de tierra
- LED indicador del estado de prueba
- Botón ON de la prueba de tres minutos
- Retenedor de datos
- Botón OFF de la prueba de tres minutos

- Terminales para varias varillas auxiliares
- Conmutador selector de función
- Conmutador selector de la escala de resistencia
- Botón pulsador para prueba singular
- Electrodo
- Cargador

Además, utiliza dos varillas de medición de aproximadamente 40 cm y pequeños rollos de cable para conectar las varillas con el telurómetro.

Funcionamiento

El procedimiento es bastante sencillo y rápido. Solo hay algunos pasos importantes que considerar. Lo primero es conectar el aparato a los enchufes colocados en el suelo, que debe ser empujado a través de los cables de prueba al mismo tiempo. Además, es importante que la tierra esté húmeda. Si no es así, se debe humedecer con un poco de agua.

También se debe comprobar que los pines estén en línea recta. Del mismo modo, es importante que los cables estén espaciados. Esta distancia se indica en el manual del usuario y puede variar según el tipo de telurómetro. Una vez hecho todo esto, se puede encender el dispositivo para su uso tanto en la zona exterior como interior del edificio. Todo depende de lo que necesites comprobar.

Aplicación



Figura 2.81. Aplicación del telurómetro.

Fuente: Mide, 2022

Nota: La figura es utilizada con fines académicos.

Se aplica para conocer la resistividad del suelo o la conductividad eléctrica, a fin de saber si el sistema de puesta a tierra funciona adecuadamente; caso contrario, se deben implementar métodos para mejorar la conductividad del suelo. Permite garantizar la protección de una instalación eléctrica. Se puede aplicar en diferentes áreas:

- Instalaciones industriales
- Casas de salud y domicilios
- Pararrayos
- Antenas
- Subestaciones eléctricas

Recomendaciones de mantenimiento

Es importante mantener en buen estado los cables que conectan las varillas de medición con el telurómetro, para lo cual se realiza una inspección visual y una revisión de continuidad con el multímetro.

Hay que recordar que el equipo debe estar siempre limpio y se debe guardar en un lugar donde no se cubra en exceso de polvo ya que puede generar fallas internas.

En caso de averías, el mantenimiento de este equipo debe ser realizado solo por profesionales.

Tabla 2.15. *Mantenimiento del telurómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none">- Inspeccionar y revisar el equipo- Limpiar con un paño húmedo el equipo- Calibrar el equipo en caso de ser necesario- Comprobar su funcionamiento	<ul style="list-style-type: none">- Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado- Verificar que el equipo se encuentre calibrado- Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad- Evitar caídas y golpes

Ventajas y desventajas

A diferencia del telurómetro análogo, el digital nos permite seleccionar la escala en la que se desea trabajar. Además, nos muestra un único y preciso valor en su pantalla LCD y cuenta con medidas de protección para el equipo (fusibles).

Marcas

- UNI-T
- FLUKE
- EXTECH
- PEAK TECH

Nota. El equipo no debe ser utilizado durante un clima poco favorable, es decir, evitar realizar las mediciones durante una fuerte lluvia o presencia de relámpagos, ya que corre el riesgo de sufrir una descarga eléctrica.

Se recomienda utilizar los equipos de protección personal cuando se realicen las lecturas en las áreas de trabajo.

2.16. CÁMARA TERMOCRÁFICA



Figura 2.82. Cámara termográfica

Fuente: Gringer, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.16.1. Definición de cámara termográfica

Es un aparato que mide la temperatura sin contacto. Detectan la energía infrarroja emitida, transmitida o reflejada por todos los materiales por encima del cero absoluto (0° Kelvin (-273° C)) y convierten la energía en una lectura de temperatura o termograma (ver fig. 2.82 a fig. 2.86).

Una cámara termográfica produce una imagen en vivo (visualizada como fotografía de la temperatura de la radiación) (Infrarroja, 2017). Las cámaras miden la temperatura de cualquier objeto o superficie y producen una imagen con colores que interpretan el diseño térmico con facilidad. Una imagen producida por una cámara infrarroja es llamada termografía o termograma (Llamosa et al., 2011).

Para 1960, la empresa sueca AGA lanzó al mercado la primera cámara termográfica para propósitos civiles y comerciales.

A mediados del siglo XX, se crearon las primeras cámaras térmicas que detectan la radiación infrarroja con fines militares; sin embargo, no fue hasta principios del siglo XXI en que, se diseñaron cámaras infrarrojas mucho más sencillas, ligeras y asequibles (Academia Testo, 2010).



Figura 2.83. Cámara termográfica

Fuente: Promax, 2017

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.16.2. Tipos de cámaras termográficas



Figura 2.84. Tipos de cámaras termográficas

Fuente: Térmica, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

De acuerdo con Grupo Control (2022), las cámaras termográficas las clasifican:

Según la tecnología

Cámaras termográficas refrigeradas.- Tienen un sensor muy sensible porque está en una unidad de vacío e integrado en el refrigerador que funciona a temperaturas muy bajas. Utilizan materiales como telururo de cadmio, antimonio de indio y mercurio, y se utilizan principalmente en el mundo militar y policial.

Cámaras termográficas no refrigeradas.- Presentan sensibilidad térmica, cuentan con un sensor microbolómetro que no requiere refrigeración. Están hechos de materiales como el óxido de vanadio y el silicio amorfo. Pueden trabajar a temperatura ambiente y son muy utilizadas en la industria.

Según su operación

Cámaras termográficas pasivas.- Captan la radiación de la misma forma que el cuerpo la emite, sin usar reflectores. Son los más usados.

Cámaras termográficas activas.- Utilizan un reflector para iluminar el cuerpo. De esta forma calientan la superficie del objeto y pueden recopilar mejor información sobre su temperatura.

Por su tipo de detector

Existen cámaras con un solo detector o regla detectora, llamada exploración de puntos o detector de barrido de regla (conjunto de plano focal, FPA) fabricada como matrices de 640 x 480 detectores individuales (Zerón y Fuentes, 2014).

Características

La cámara termográfica dispone de un sensor térmico llamado microbolómetro que, al recibir la radiación infrarroja, se calienta y cambia su resistencia eléctrica. Este cambio de resistencia se mide y se equipara a una determinada temperatura, siendo asignado un color para cada temperatura y mediante una imagen coloreada que será la que veamos en pantalla. Es segura, rápida y portátil.

La longitud de onda es una de sus características más importantes.

- De 0,9 a 2,5 μm : son cámaras de baja longitud de onda que operan con detectores InGaAs de alta sensibilidad y resolución. Es un sistema idóneo para aplicar en biomedicina o sistemas de vigilancia (Infaimon, 2018).
- De 3 a 5 μm : las cámaras de media longitud de onda se basan en detectores InSb o MCT, lo que la convierten en el tipo de sistema de visión más acertado para aplicaciones en control remoto y diferentes grados de interacción con la luz (Infaimon, 2018).
- De 7 a 14 μm : en el caso de las cámaras de infrarrojos de alta longitud de onda, su funcionamiento depende de sensores MCT y sensores microbolómetro. Es el tipo de cámara más empleado debido a ser más económicas, por lo que son muy comunes en el ámbito de la construcción, la industria electrónica o para sistemas de inspección y prevención (Infaimon, 2018).

Prezi (2019) considera las partes de una cámara termográfica:

- Lentes: ayudan al enfoque de los rayos de la radiación IR, suelen ser de germanio, no de vidrio.
- Detector: convierte el flujo de luz IR en una señal eléctrica que puede ser medida y cuantificada.
- El procesador: es básicamente una pequeña computadora que interpreta la señal enviada por el detector y la transforma en otra señal apta para ser utilizada en la pantalla (Fluke, 2014; Prezi, 2019).

2.16.3. Partes de la cámara termográfica



Figura 2.85. Partes de la cámara termográfica

Fuente: Flir E60, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

- Lentes
- Filtro
- Detector
- Cámara visual
- Microbolómetro
- Circuito de procesamiento de la imagen, interfaz de usuario (pantalla, salida de video, memoria, etc.)
- Botones
- Lámpara LED

Funcionamiento

La cámara térmica tiene un sensor térmico llamado microbolómetro que se calienta cuando recibe radiación infrarroja y cambia la resistencia eléctrica. Este cambio de resistencia se mide y se equipara a una temperatura determinada; a cada temperatura se le asigna un color y se forma la imagen de color que vemos en la pantalla. La ventaja de estos sensores es que funcionan a temperatura ambiente y no requieren refrigeración (Promax, 2017).

Todos los objetos por encima del cero absoluto (-273°C) emiten radiación infrarroja (calor). En general, a mayor radiación, mayor temperatura corporal. Esta radiación es invisible para el ojo humano, y su rango en el espectro electromagnético se encuentra entre la luz visible y la radiación de microondas. En concreto, el infrarrojo tiene una longitud de onda entre 0,7 micras y 1000 micras. Con este amplio margen, las cámaras térmicas operan en el rango del infrarrojo térmico, donde la temperatura más común en el suelo está entre 8 micras y 14 micras, lo que corresponde aproximadamente a una temperatura de -20°C a 350°C (Promax, 2017).

En la mayoría, las cámaras termográficas logran entregar dos tipos de medidas según Silva Ramírez et al. (2021):

Medidas cualitativas y cuantitativas.

Medidas cualitativas.- Son imágenes de diferentes colores que se pueden utilizar para identificar los puntos más calientes y asegurar que la temperatura del dispositivo sea uniforme.

Medidas cuantitativas.- Estos son los valores de temperatura exactos de los puntos calientes que se utilizan para determinar la gravedad del problema existente, con el fin de realizar las acciones correctivas necesarias para que el dispositivo vuelva a funcionar con normalidad.

Aplicación



Figura 2.86. Aplicación de la cámara termográfica

Fuente: Termográfica, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Dentro de las aplicaciones más importantes que considera Ovacen (2022) tenemos las siguientes:

- Visualizar las pérdidas de energía
- Detectar una falta de aislamiento o un aislamiento defectuoso
- Detectar fallos eléctricos
- Inspección de paneles solares
- Inspección de turbinas eólicas
- Localizar puentes térmicos
- Localizar filtraciones de agua en tejados planos
- Revelar roturas en tuberías de agua caliente
- Revelar fallos de construcción
- Localizar averías en el tendido eléctrico y en la calefacción central
- Localizar fugas de aire
- Localizar humedad en el aislamiento, en los tejados y muros, tanto en la estructura interior como en la exterior
- Detectar moho y áreas mal aisladas

Recomendaciones de mantenimiento

- Se requiere un proceso de calibración para que las mediciones de estas cámaras sean confiables. Dependiendo de las necesidades, existen diferentes técnicas para llevar a cabo este proceso.
- Según afirma el fabricante, requieren un mantenimiento periódico.
- Deben estar perfectamente conservados para no perjudicar su fiabilidad y durabilidad.
- Comprobación funcional después de la calibración. Ensayos según procedimientos de calidad.
- Inspección y revisión general.
- Comprobación de operación.
- Informe de análisis.

Tabla 2.16. *Mantenimiento del telurómetro*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Marcas

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal de acuerdo con el área de trabajo.

- FLIRH
- Ti-Xintai
- Bosch Professional
- Seek Thermal
- FLUKE
- TOPDON
- PerfectPrime

La termografía es una técnica no invasiva superficialmente; es decir, no es necesario el contacto directo con el elemento analizado; y su implementación no se ve comprometida a nivel estructural. Es una tecnología segura, rápida y portátil.

2.17. ESCÁNER



Figura 2.87. Escáner

Fuente: Autotools, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.17.1. Definición del escáner

Un escáner es un dispositivo capaz de interactuar con la computadora del vehículo para leer y modificar información. Esta herramienta electrónica se conecta al automóvil con conectores OBD1 y OBD2 para detectar y diagnosticar cualquier falla que pueda causar un problema. En el desempeño de los componentes electrónicos, tomar decisiones para corregirlos o eliminarlos de manera inmediata y precisa (ver fig. 2.87 a fig. 2.91). Mientras que Prueba de Ruta (2018) considera al scanner como una herramienta electrónica que se conecta a la computadora principal del automóvil. Este dispositivo permite acceder a varias lecturas de actividades electrónicas y ver el rendimiento del sistema en tiempo real. También le permite identificar posibles códigos de error y corregirlos de inmediato.

A fines de la década de 1980, California tenía la necesidad de monitorear y controlar el nivel de gases tóxicos emitidos por los vehículos debido al alto grado de contaminación ambiental. De ahí la iniciativa de integrar sensores de emisión, computadoras de control, luces de advertencia de fallas e interfaces de monitoreo del sistema en los vehículos, que se llamarán OBD (On Board Diagnostics - diagnóstico a bordo). Dado que fue el primer sistema de monitoreo de automóviles, se necesitaban ciertas características para mejorar y ampliar las capacidades de solución de problemas. En años posteriores, se diseñó el OBD-II; es una nueva versión del sistema que ahora está estandarizado en todos los vehículos estadounidenses fabricados después de 1996. El escáner apareció como una necesidad para diagnosticar la contaminación de los vehículos. Varía según la marca y el modelo (Autofact, 2020).



Figura 2.88. Escáner

Fuente: Scanner, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.17.2. Tipos de escáner



Figura 2.89. Tipos de escáner

Fuente: Auto, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Actualmente podemos diferenciar una gran variedad de escáneres, como por ejemplo para portátiles, PC, dispositivos móviles, tabletas e incluso aplicaciones móviles. Ahora el protocolo de conexión al ordenador del coche ha cambiado y nos encontramos con una conexión wifi, bluetooth o USB.

Lector de códigos.- Es el más económico y sencillo y solo lee DTC (Error Code). Su funcionamiento es rudimentario, solo permite la identificación de códigos presentes en la computadora del automóvil. Este lector es muy útil, basta con saber el código. La información sobre el código se puede encontrar en línea al introducirlo en cualquier buscador.

Marcas específicas.- Existen escáneres de marcas específicas y son de los más completos. Se considera marca original por lo que se pueden revisar pruebas de sensores en tiempo real. Entre ellos tenemos el VCM de la Chevrolet, el IDS de la Ford, el Techstream de la Toyota, entre otros (Acquaroni, 2022).

Multimarca.- OBD son los más vendidos y se consideran universales, ya que pueden acoplarse a diferentes marcas y modelos de vehículos compatibles con OBD2.

Características del escáner

Un escáner cuenta con ciertas prestaciones como:

- Diagnosticar posibles fallas, especialmente en los componentes electrónicos de los vehículos.
- Interactúa con el sistema de la computadora del automóvil.
- Evita diagnósticos incorrectos.
- Corrige los errores electrónicos básicos directamente.
- Brinda respuestas rápidas de lo que afecta a los vehículos.

2.17.3. Partes del escáner



Figura 2.90. Partes del escáner.

Fuente: Mecánica, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

- Botón encendido/apagado
- Conector de diagnóstico

- Puerto de carga
- LED de carga
- Pantalla
- Botón de encendido / apagado
- Botón de inicio
- Botón izquierdo – derecho – arriba – abajo
- Botón aceptar
- Botón de retorno
- Botón de reset
- Estuche
- Cargador
- Pinzas
- Acoples

Funcionamiento

La prueba con un escáner de diagnóstico de automóvil generalmente se realiza de la siguiente manera:

- El escáner está conectado al sistema del automóvil para verificar el código «Check Engine».
- El dispositivo accede entonces a la información de la memoria de datos.
- La computadora del vehículo genera un código que puede indicar la ubicación del problema.
- El escáner se encargará de leer el código de falla de cada componente.
- El escaneo y la lectura profesional proporcionarán una visión general inicial y oportuna de lo que está en modo de falla.
- El dispositivo podrá eliminar códigos de error.

- Haga hincapié en tener cuidado, ya que puede suceder que los códigos de error «inofensivos» sean muy importantes para el vehículo o se eliminen todos los códigos.

La lectura y el diagnóstico correctos de los códigos son muy importantes antes de comenzar a reemplazar, reparar o mover piezas de automóviles.

Aplicación



Figura 2.91. Aplicación del escáner.

Fuente: Servicio, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Un escáner nos ayuda a desarrollar ciertas funciones como:

- Leer códigos de error, almacenar descripciones de errores, eliminar otros datos que puedan almacenar errores e información de diagnóstico.
- Realiza pruebas de servicio, como: encender la celda de combustible, revisar los cables del ABS, el sensor de oxígeno, el voltaje de la batería, la pantalla de velocidad del motor, el ajuste de combustible.
- El escáner nos mostrará la identificación general de la unidad de control, el fabricante, el número de piezas del coche, la versión o marca del software.
- Eliminar códigos de error almacenados.
- Muestra los resultados y el estado de las diferentes operaciones de diagnóstico a bordo del vehículo, con monitoreo continuo y discontinuo.

Recomendaciones de mantenimiento

Para lograr el uso efectivo del escáner automotor debemos tener en cuenta ciertos parámetros:

- Investigar antes de comprar un escáner: existe una gran variedad de equipos de diagnóstico y monitoreo, por lo que es importante investigar qué opciones se adaptan mejor a las necesidades.
- Asegurarse de mantener actualizado el software del escáner de su automóvil: para mantener sus productos actualizados, los fabricantes de escáneres brindan actualizaciones periódicas del software. Se recomienda tenerlo actualizado para evitar errores de diagnóstico en los modelos más nuevos.
- Proteger el dispositivo del mal tiempo.
- Tener cuidado con los cables y conexiones para que no se rompan y provoquen un mal diagnóstico y funcionamiento.
- Evitar caídas y golpes que puedan dañar la pantalla del ordenador o sus componentes internos.

Tabla 2.17. *Mantenimiento del escáner*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Ventajas y desventajas

La ventaja de utilizar este dispositivo es que se puede reducir considerablemente el tiempo de reparación del vehículo, ya que se evitan diagnósticos erróneos y decisiones equivocadas a la hora de sustituir cualquier pieza del motor. Además, al operar, el mismo escáner de automóvil podrá corregir directamente errores electrónicos básicos y diagnosticar aquellos que tardan más en ejecutarse. De esta forma, el dispositivo es capaz de responder rápidamente a los factores que afectan al vehículo, lo que facilita el trabajo del mecánico.

La desventaja que podemos encontrar en el escáner OBD1, es que se volvieron obsoletos con el tiempo.

Marcas

- LAUNCH CR VII+ X431
- Autel MaxiCOM MK908P
- Autel MaxiDAS DS808K
- LAUNCH X431 V +

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal.

2.18. CALIBRADOR



Figura 2.92. Calibrador
Fuente: Pulgada, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.18.1. Definición de calibrador

Un calibrador —también conocido como calibre, bisel deslizante, vernier, regla métrica, etc.— es un instrumento que se utiliza para medir el tamaño de objetos relativamente pequeños (diámetro interno y externo, profundidad) desde centímetros hasta fracciones de milímetro. En la escala de pulgadas, cuenta con divisiones equivalentes a 1/16 de pulgada y, en su nonio, escala a 1/128 de pulgada en su sección. Es un instrumento extremadamente delicado.

Tramontina (2021) considera que los calibradores vernier son instrumentos de alta precisión se utilizan cuando se requieren mediciones de profundidad, pasos, diámetros internos y externos. Su lectura es fácil gracias a la inclinación de 15° de la superficie vernier (escala secundaria). Tienen un cuerpo de acero inoxidable endurecido con una cara esmerilada especialmente endurecida, una corredera de una pieza con tornillos de ajuste en milímetros y pulgadas. Son ideales para profesionales que no descuidan la precisión y la calidad (ver fig. 2.93 a fig. 2.99).

La creación de dicho instrumento se le atribuye a un importante y reconocido matemático y cosmógrafo llamado Pedro Nunes, pero su origen es más remoto, debido a que se le atribuye su descubrimiento al francés Pierre Vernier en el año de 1631.



Figura 2.93. Calibrador digital y analógico

Fuente: Seteco 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

2.18.2. Tipos de calibrador



Figura 2.94. Tipos de calibrador

Fuente: Manufacturas, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Calibrador análogo.- es el más usado debido a la confiabilidad con la cual se desempeña. Además, su vida útil puede llegar a ser mucho más larga que la de uno digital.



Figura 2.95. Calibrador análogo

Fuente: MideBien, 2020

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Calibrador digital.- este tipo de calibrador posee una pantalla digital en la cual se refleja o muestra la medida.



Figura 2.96. Calibrador digital

Fuente: Alibaba, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Existen calibradores con los siguientes nombres:

- Calibrador milimétrico
- Calibrador en pulgadas

- Calibrador de botón
- Calibrador de tornillo de ajuste
- Calibrador de carátula
- Calibrador doble

Características del calibrador

De acero inoxidable.

Puede estar en diferentes medidas, ya sea milímetros o pulgadas.

Tiene señales gravadas. Estas señales nos indican las medidas.

La confiabilidad de los instrumentos de medición puede garantizarse cuando se calibra con bloques patrones (comparar sus lecturas con numerosos estándares en su rango de medición).

2.18.3. Partes del calibrador

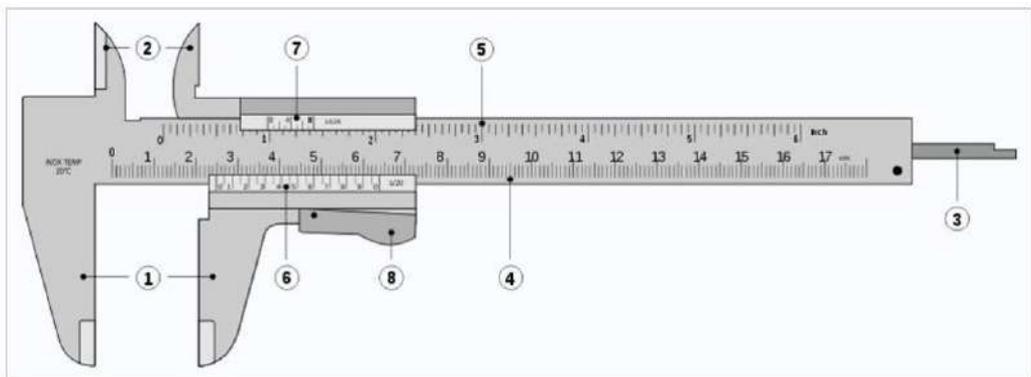


Figura 2.97. Pie de rey o calibrador

Fuente: Ciencia, 2021

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

- 1.- Mordazas (medidas externas)
- 2.- Mordaza (medidas internas)
- 3.- Varilla (medida de profundidad)

- 4.- Escala con divisiones (centímetros, milímetros)
- 5.- Escala con división (pulgadas, fracción de pulgadas)
- 6.- Nonios lectura de las fracciones de milímetros
- 7.- Nonios lectura de las fracciones de pulgada
- 8.- Botón de deslizamiento y freno

Funcionamiento

Conozca la legibilidad o la escala mínima del calibrador y siga las buenas prácticas para medir. Coloque el calibre vernier en el objeto y tome la lectura.

Primero se toma el valor milimétrico de la escala más grande, que es el valor más cercano a la izquierda de la línea cero en la escala vernier.

Con respecto al punto decimal, si tenemos un marcador de escala vernier con una legibilidad de 0,05 mm y tiene veinte divisiones en la escala vernier, determinamos, en ella, qué marcas coinciden.

Aplicación



Figura 2.98. Aplicación con el calibrador.

Fuente: Uso, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

Figura 2.99. Calibración de calibrador digital



Fuente: Ovili, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

En las figuras 2.98 y 2.99, se puede observar que el calibrador digital tiene mayor facilidad de interpretación para su lectura.

Es usado para obtener medidas en los diferentes campos laborales que lo requieran. Por lo general, es usado dentro de las industrias donde se necesiten obtener piezas o repuestos con medidas específicas. A continuación, algunos ejemplos donde se emplea o aplica dicho instrumento:

- Tiendas de repuestos mecánicos
- Construcción de viviendas
- Talleres de vehículos
- Talleres de torno
- Instalación de accesorios en vehículos

Recomendaciones de mantenimiento

Evitar caídas o golpes debido a que pueden afectar su correcto funcionamiento; luego de cada uso, se debe limpiar con un pañito húmedo. Cuando tienen un juego axial excesivo, es aconsejable cambiarlos, debido a que ya no poseen la precisión requerida.

Tabla 2.18. *Mantenimiento del calibrador*

TIPO DE MANTENIMIENTO	TAREAS DE MANTENIMIENTO	RECOMENDACIONES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar y revisar el equipo - Limpiar con un paño húmedo el equipo - Calibrar el equipo en caso de ser necesario - Comprobar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el equipo limpio luego de haber utilizado - Verificar que el equipo se encuentre calibrado - Guardar el equipo en un lugar libre de polvo y humedad - Evitar caídas y golpes

Ventajas y desventajas

Una ventaja del calibrador análogo sobre el calibrador digital es su confiabilidad y su tiempo de vida útil, debido a que no cuenta con componentes electrónicos. Esto lo convierte en un instrumento muy confiable y seguro de manejar.

Una de las principales desventajas de los calibradores análogos es la dificultad para interpretar la lectura, mientras que con el calibrador digital es mucho más rápido y fácil porque se indica en la pantalla.

Marcas

- Mitutoyo
- Pretul
- MAHR
- Sendowtek
- BONACHAN
- Truper
- Jiavarry

Nota: Se recomienda utilizar los equipos de protección personal.



CAPÍTULO III

3.1 EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO, MEDICIÓN, HERRAMIENTAS

<p>ANALIZADOR DE GASES</p> <p>Los analizadores de gases permiten diagnosticar problemas de emisiones del motor con el fin de maximizar el rendimiento. Los analizadores de gases brindan rápidamente mediciones confiables y precisas que ayudan a cumplir con los estándares de emisión.</p>	 <p>Figura 3.1. Analizador de gases Fuente: Dacarse, 2020 Nota: a figura es utilizada con fines académicos.</p>
<p>BALANCEO DE NEUMÁTICOS</p> <p>El balanceo de neumáticos está diseñado para ajustar el ángulo (equilibrar el peso de llantas y rines). Sirve para evitar vibración en el volante o desgaste prematuro de las llantas (traseras o delanteras).</p>	 <p>Figura 3.2. Balanceadora de neumáticos Fuente: Autotools, 2021 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>
<p>ALINEADOR DE NEUMÁTICOS</p> <p>La alineación de llantas, a veces llamada mapeo, implica ajustar el ángulo de la llanta para cumplir con las especificaciones del fabricante del vehículo.</p>	 <p>Figura 3.3. Alineador de neumáticos Fuente: Sunshine, 2021 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>

<p>ESCÁNER</p> <p>Con un escáner, será posible observar el código de fallas, leer parámetros de funcionamiento del motor (y otros módulos del vehículo), realizar test de actuadores y algunas configuraciones especiales.</p>	 <p>Figura 3.4. Escáner Fuente: Tecnosiesel, 2020 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>
<p>VACUÓMETRO AUTOMOTOR</p> <p>Un vacuómetro automotor es un dispositivo diseñado para verificar la entrada de aire del motor y diagnosticar posibles fallas.</p>	 <p>Figura 3.5. Detector de fugas de los cilindros Fuente: Barassi, 2021 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>
<p>PUNTA LÓGICA</p> <p>Es un instrumento utilizado para diagnósticos electrónicos rápidos, cuya función es determinar la presencia de masas, tensiones y pulsos de alta y baja frecuencia en el circuito que se va a analizar.</p>	 <p>Figura 3.6. Punta lógica Fuente: Bt250, 2021 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>

OSCILOSCOPIO AUTOMOTOR

El osciloscopio es una herramienta de medición que permite graficar aquellas señales que, por su velocidad, no es posible capturar con otros dispositivos.



Figura 3. 7. Osciloscopio automotor

Fuente: Aliexpress, 2020

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

ALINEADOR DE LUCES

Está diseñado para controlar y determinar la dirección e intensidad de la luz emitida por los faros de vehículos.



Figura 3.8. Alineador de luces

Fuente: Autocrash, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

TESTER PARA BATERÍAS Y ALTERNADOR

Comprueba el estado de carga de la batería y el estado del alternador.



Figura 3. 9. Tester para baterías y alternadores

Fuente: Autut, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

LÁMPARA ESTROBOSCÓPICA INDUCTIVA

Luz de sincronización de encendido, conocida también como lámpara estroboscópica inductiva o pistola de sincronización de motor; se utiliza en el ajuste del punto de encendido para cualquier sistema estándar o por chispa.



Figura 3. 10. Lámpara estroboscópica inductiva
Fuente: Aliexpress, 2022b
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

PROBADOR DE CIRCUITO AUTOMOTOR

Tester automotor que permite verificar continuidad, polaridad, voltaje, cortocircuito y tierra.



Figura 3. 11. Probador de circuito
Fuente: Importaciones, 2022
Nota: la figura es utilizada con fines académicos

RECOLECTOR DE ACEITES USADOS

El sistema está diseñado para recolectar aceite de motor y transmisión por gravedad, asegura un manejo responsable de los fluidos usados, asegura que no represente una amenaza para el medio ambiente o la seguridad.



Figura 3. 12. Recolector de aceites
Fuente: Tolmate, 2022
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

REPOSICIONADOR DE PISTONES DE FRENO

Se utiliza para girar el pistón de freno hacia la izquierda o hacia la derecha.



Figura 3.13. Reposicionador de pistones de freno
Fuente: Ztech, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

JUEGO DE COPAS PARA EXTRAER FILTRO DE ACEITE

Estas herramientas están diseñadas para quitar filtros de aceite de varios tamaños que son de difícil acceso.



Figura 3.14. Juego de copas para extraer filtro de aceite
Fuente: Rpm, 2018

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

GALGAS DE ESPESOR

Llamado galgas, calibre fijo o *feeler*, utilizado para verificar las cotas con tolerancias estrechas de materiales delgados, también sirve para medir el tamaño de separación entre objetos.

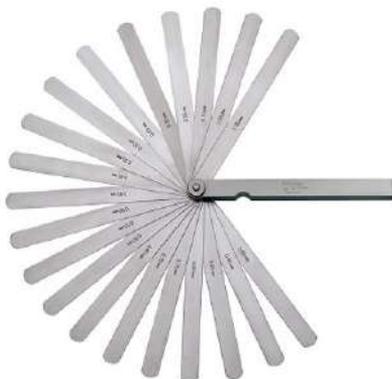


Figura 3.15. Galgas
Fuente: Metrología, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

CEPILLO LIMPIADOR DE TERMINALES DE BATERÍA

Elimina la corrosión y la suciedad de los terminales de la batería y las abrazaderas de los cables.



Figura 3.16. Cepillo limpiador de terminales

Fuente: Baterías, 2019

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

GATO HIDRÁULICO

Esta herramienta es básica. Se usa para levantar el vehículo y tener una mejor visión. Facilita el trabajo.



Figura 3.17. Gato hidráulico

Fuente: Crique, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

EXTRACTOR DE ENGRANAJE DE DISTRIBUCIÓN

Se utiliza para quitar poleas, cojinetes, engranajes u otros elementos similares que son demasiado rígidos para quitarlos con la mano.



Figura 3.18. Extractor de engranajes

Fuente: CE&ISO, 2022

Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

<p style="text-align: center;">POLIPASTO</p> <p>Tiene forma de gancho y es muy fuerte (compuesto de una o más poleas y una cuerda, cable o cadena) se usa a menudo para levantar motores y transmisiones de automóviles.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 3.19. Polipasto Fuente: BKB, 2021 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>
<p style="text-align: center;">EXTRACTOR DE EJES</p> <p>Se utiliza para extraer piezas mecánicas montadas en un eje o en una carcasa interior. Se utilizan para desmontar rodamientos, casquillos y otras piezas mecánicas distribuyendo la fuerza de sus garras sobre el rodamiento o pieza que se quiere desmontar.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 3.20. Extractor de punta de eje Fuente: Herramientas, 2022 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>
<p style="text-align: center;">ESMERILADOR NEUMÁTICO</p> <p>Las amoladoras angulares pueden funcionar con motores de ángulo recto, con muelas abrasivas más delgadas o discos de corte que se pueden reemplazar cuando se desgastan.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 3.21. Esmeril neumático Fuente: Cahema, 2022 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>

LLAVE REGULABLE

Este tipo de llaves son especiales, ya que se pueden utilizar para aflojar tuercas de varios tamaños.



Figura 3.22. Llave regulable
Fuente: Acero Comercial, 2019
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

CABALLETE

Son los soportes que se utilizan para mantener el auto elevado durante el mantenimiento. Se pueden colocar en la parte delantera o trasera.



Figura 3.23. Caballete
Fuente: Marchense, 2022
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

LLAVE DE BUJÍAS

Herramientas especiales para cada tipo de bujía, para evitar daños o roturas al momento del montaje/desmontaje.



Figura 3.24. Llave de bujías
Fuente: Moriwoki, 2022
Nota: la figura es utilizada con fines académicos.

<p>BOMBA DE ENGRASE</p> <p>Herramienta que se usa para lubricar a presión piezas que así lo requieren en las partes móviles.</p>	 <p>Figura 3.25. Bomba de engrase manual Fuente: Moriwoki, 2022 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>
<p>PLUMA HIDRÁULICA</p> <p>Es una herramienta que permite trabajar con piezas pesadas, como el motor y caja de cambios.</p>	 <p>Figura 3.26. Pluma hidráulica Fuente: Mikels, 2021 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>
<p>PRENSA DE BANCO CON YUNQUE</p> <p>Es útil cuando tenemos que sujetar firmemente algún objeto al cual se le deban hacer reparaciones, lo que permite una manipulación sencilla, sin requerir de más personas.</p>	 <p>Figura 3.27. Prensa de banco con yunque Fuente: Promesa, 2021 Nota: la figura es utilizada con fines académicos.</p>

3.2. FICHA DE RECEPCIÓN Y ORDEN DE TRABAJO



FICHA DE RECEPCIÓN Y ORDEN DE TRABAJO INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador

Teléfono:

Ficha: N°



INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
Nombre:		Cédula/RUC:			
Teléfono/ Celular:		Dirección:			
Correo:					
INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO					
Marca:		km entrada:			
Color:		km salida:			
Modelo:		Hora entrada:			
Placa:		Hora salida:			
Año:		Fecha:			
INVENTARIO Y CONTROL DE CONDICIONES GENERALES DEL VEHÍCULO					
EXTERIOR		INTERIOR		ACCESORIOS	
Luces principales		Calefacción		Gata	
Luz media		Radio		Llave de rueda	
Luz <i>stop</i>		Bocina		Estuche de llaves	
Luces direccionales		Encendedor		Triángulo	
Antena de radio		Espejo retrovisor		Llanta de emergencia	
Limpia parabrisas		Ceniceros		Extintor	
Espejo lateral izquierdo		Cinturones		Botiquín	
Espejo lateral derecho		Elevavidrios			
Vidrios laterales		Moquetas		OTROS	
Parabrisas y ventana trasera		Tapetes		Matrícula	
Tapacubos		Funda de asiento		SOAT	
Tapa de combustible		Mangueta de la puerta			
Carrocería sin golpes		Sujetador de manos			
Parachoques delantero					
Parachoques trasero					
Placa delantera y trasera					
OBSERVACIONES GENERALES DEL VEHÍCULO			MEDIDOR DE COMBUSTIBLE		

3.3. TERMINOLOGÍA

Los términos básicos de mantenimiento utilizados se definen a continuación:

Adaptación.- La adaptación es la capacidad de los seres vivos para acomodarse a entornos nuevos o diversas situaciones. En este proceso, se debe pasar por un período de transición. Es así como cambia su comportamiento o evoluciona para mejorar en relación con sus condiciones de vida.

Accesorio.- Elemento que forma parte de un sistema. Desde la parte filosófica, se dice que es una condición necesaria, pero no suficiente.

Aleación.- Es la combinación de dos o más elementos, al menos uno de los cuales es un metal, para formar un nuevo material.

Bodega.- Lugar de almacenamiento de productos.

Cortocircuito.- Se refiere a un circuito que ocurre accidentalmente cuando los conductores de polaridad opuesta entran en contacto (se crea una descarga).

Confiabilidad.- Es la probabilidad de que un equipo o sistema opere una función requerida sin falla por un determinado período de tiempo, bajo condiciones de operación previamente establecidas.

Confort.- Se refiere a la situación en la que el ser humano se encuentra con bienestar y comodidad física en un área donde no sea perturbado física o mentalmente.

Climatización.- Es el proceso de tratar el aire para crear las condiciones ambientales adecuadas, controlar la temperatura, la humedad, la calidad del aire y la distribución en un ambiente específico.

Deformación.- Se refiere al cambio que sufre un cuerpo cuando una serie de fuerzas externas, como la tensión o la compresión, hacen que cambie su tamaño o forma natural.

Disponibilidad.- Es la probabilidad de buen funcionamiento; es considerado como una función que permite calcular el porcentaje de tiempo en el cual una máquina o equipo está disponible para cumplir la función para la cual fue diseñado y construido. Esto no implica necesariamente que esté en funcionamiento, sino que se encuentra en óptimas condiciones para operar.

Diagrama eléctrico.- Es un dibujo o gráfico en el cual se busca representar un circuito real de manera simplificada. Utiliza líneas de conexión y símbolos.

Engrasar.- Actividad que permite colocar una capa de grasa o aceite a una pieza.

Experiencia.- Conjuntos y/o habilidad que se adquiere en un determinado período de tiempo.

Emisión de gases.- Cantidad de gases contaminantes que pueden ser emitidos a la atmósfera producto de un vehículo que funciona con un motor de combustión interna (MCI).

Falla.- Cuando el dispositivo no funciona de forma eficiente o situación que afecta la capacidad del equipo para realizar sus funciones.

Herramienta.- Instrumento diseñado y fabricado para simplificar y facilitar una tarea con la aplicación adecuada de energía y fuerza.

Habitáculo.- Parte estructural no deformable de un automóvil destinada al conductor y al pasajero.

Híbrido.- Se considera un vehículo híbrido cuando consta de dos motores con la misma finalidad, pero diferente naturaleza. En este caso, consta de un motor eléctrico y un motor de combustión interna (MCI), para dar movimiento al vehículo.

Inspección.- Acciones realizadas en el mantenimiento. Utiliza rutas determinadas con cierta frecuencia. Por lo general, se realiza con la vista.

Inventario.- Es el registro de los productos, mercancías y mercadería que tiene una persona o una empresa para tener constancia de la serie de activos disponibles.

Manteniabilidad.- Es la facilidad con la que se realizan los trabajos de mantenimiento del equipo o máquina para restaurar su condición de trabajo en el menor tiempo posible (se usan ciertos procedimientos).

Máquina.- Es un dispositivo utilizado para aplicar, regular o controlar el efecto de la fuerza. Estos dispositivos pueden tomar un tipo de energía y transformarla en otra.

Manufactura.- Es el resultado de transformar materias primas en productos elaborados a través de procesos industriales.

Mecanizado.- Proceso de fabricación que implica una serie de operaciones para dar forma a las piezas mediante la eliminación de material (por astillado o abrasión).

Mecanismo.- Consta de materiales duraderos, sus partes limitan el movimiento relativo cumpliendo una función.

Mecánico.- Profesional dedicado a la reparación de máquinas y equipos.

Productividad.- Indicador económico que calcula cuántos bienes y servicios se producen en un período de tiempo determinado para cada factor utilizado (trabajadores, capital, tiempo).

Parámetro.- Elemento de un sistema que nos permite clasificar y evaluar algunas de sus propiedades, como el rendimiento.

Repuesto.- Pieza o parte de un equipo o dispositivo que es remplazado o sustituido.

Repotenciación.- Pasos que conducen a un aumento de la potencia. Esto ayudará a que las máquinas convencionales funcionen con mayor precisión y antes de tiempo.

Rectificación mecánica.- Dicho proceso trata de eliminar los excesos de materia que posee un elemento, con métodos abrasivos.

Revisión vehicular.- Intentan garantizar los requisitos mínimos de seguridad para los vehículos en función de los estándares de diseño y fabricación de este. Además, permite asegurarse de que se cumplan las normativas técnicas y jurídicas establecidas en las regulaciones vigentes.

Trasmisión.- Es el sistema responsable de llevar el movimiento a las ruedas del automóvil al transmitir la fuerza y la potencia generada por el motor para propulsar el vehículo.

3.4. NORMAS DE CALIBRACIÓN

Las normas de calibración son estándares establecidos para asegurar que los instrumentos de medición y equipos utilizados en diversos campos y sectores funcionen de manera precisa y confiable (Svanket, 2021). A continuación, se menciona algunas de las normas más comunes utilizadas en la calibración:

- ISO 17025: esta es una norma internacional aplicable a laboratorios de calibración y ensayo. Define los requisitos generales de competencia técnica y gestión de calidad para garantizar la validez de los resultados de las mediciones.
- ISO 9001: aunque no es específica de calibración, esta norma se relaciona con sistemas de gestión de calidad y se aplica a organizaciones en general. En el contexto de calibración, se enfoca en la mejora continua y la satisfacción del cliente;
- ASTM E1444: norma utilizada para la calibración de equipos de ensayos no destructivos, como partículas magnéticas.
- ANSI/NCSL Z540: esta norma se enfoca en los requisitos de calibración y verificación de equipos de medición y control.
- ISO 10012: especifica los requisitos para los sistemas de gestión de medición, incluyendo procesos de calibración y seguimiento de equipos de medición.
- ISO 15189: aplicable a laboratorios médicos. Esta norma establece los requisitos para la calidad y competencia técnica en los ensayos de laboratorio clínico.
- ISO/IEC 17043: enfocada en los proveedores de ensayos de aptitud, esta norma establece requisitos para la planificación, organización y ejecución de estos ensayos.
- ASTM E4: norma para la prueba de fuerza de materiales, que incluye la calibración de máquinas de ensayo universales.
- ASTM E542: especifica los métodos de calibración de termopares y termómetros de resistencia para la medición de la temperatura.

- ASTM E617: esta norma describe los procedimientos para la calibración de extensómetros utilizados en ensayos de tensión.
- ASTM E876: norma para la calibración de acelerómetros y transductores de velocidad en mediciones de vibración.
- ASTM E1106: métodos para la calibración de transmisores de flujo ultrasónicos.
- ASTM E1212: norma para la calibración de transductores de ultrasonidos utilizados en inspección no destructiva.
- ASTM E1444: norma para la calibración de equipos de partículas magnéticas utilizados en ensayos no destructivos.
- API MPMS 3.1A: procedimiento para la calibración de tanques de almacenamiento vertical de petróleo crudo mediante medición de nivel con medidores de desplazamiento y cinta de medición.
- API MPMS 4.4: procedimiento para la calibración de medidores de turbina de flujo líquido.
- API MPMS 5.7: método para la calibración de medidores de desplazamiento positivo de líquidos.
- API MPMS 7.1: procedimiento para la calibración de medidores de flujo de gas natural mediante medidores de desplazamiento y medidores de turbina.
- API MPMS 11.1.1: procedimiento para la calibración de medidores de flujo de petróleo líquido utilizando sistemas de medición por Coriolis.
- API MPMS 12.2.1: procedimiento para la calibración de medidores de flujo multifase.

Es importante tener en cuenta que las normas específicas de calibración pueden variar según el país o la industria en la que se apliquen.

REFERENCIAS

- 123RF. (2022). .- *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=empresas+con+equipos+que+tengan++vacuometros&tbm=isch&ved=2ahUKEwjnI3Gy5j8AhVvm-AKHdg6DqYQ2-cCegQIABAA&oq=empresas+con+equipos+que+tengan++vacuometros&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCM-QJ1AAWABgmghoAHAAeACAAaoBiAGqAZIBAzAuMZgBAKoBC2d3cy13aXota
- Academia Testo. (2010). Historia de la cámara termográfica. *Academia Testo*. <https://www.academiatesto.com.ar/cms/historia-de-la-camara-termografica>
- Acero Comercial. (2019). Llave ajustable (Inglesa) N.756 DE 6" (86902) RIDGID. *Acero Comercial*. <https://www.acerocomercial.com/shop/product/86902-llave-ajustable-inglesa-n-756-de-6-86902-ridgid-3078#attr=>
- Acquaronl. (2022). Scanner Automotriz – Qué es, cómo funciona, tipos e instrucciones de uso. *Repuestos Acquaroni*. <https://repuestosacquaroni.com/scanner-automotriz-que-es-como-funciona-tipos-e-instrucciones-de-uso>
- Admin By. (2022, 18 de marzo). ¿Quién inventó el densímetro? *pregunta.pe*. <https://pregunta.pe/quien-invento-el-densimetro/>
- Aeromarine. (2019). ¿Qué es el mantenimiento autónomo? *Software Aeromarine*. <https://software.aeromarine.es/mantenimiento-autonomo/>
- Alibaba. (2022). *Medida con calibrador digital - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=medida+con+calibrador+digital&tbm=isch&ved=2ahUKEwj7ndTmmZr8AhWpxSkDHRACCvUQ2->
- Aliexpress. (2020). *Osciloscopio automotriz - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=OSCILOSCOPIO+AUTOMOTRIZ&tbm=isch&ved=2ahUKEwi24rnS1Pv6AhVCmVMKHXqeDZ4Q2->

- AliExpress. (2022a). *Partes del sonómetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=partes+del+sonometro+&tbm=isch&ved=2ahUKEwi-5pMzsvJj8AhXNGN8KHcVrDDcQ2->
- Aliexpress. (2022b). Luz de sincronización de encendido profesional, lámpara estroboscópica inductiva, pistola de sincronización marina de motor de gasolina para diagnóstico de detección de motocicleta y coche Pistola de sincronización de encendido. *AliExpress*. <https://es.aliexpress.com/item/4000163953022.html>
- Amazon. (2022). *Partes del telurómetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=partes+del+teluometro&tbm=isch&ved=2ahUKEw-jWmK-uipn8AhXFn-AKHRKTAv0Q2->
- Areatecnológica. (2022). Manómetro. Qué es, funcionamiento y tipos. *Areatecnológica*. <https://www.areatecnologia.com/herramientas/manometro.html>
- Arteaga, R. (2021). *El galvanómetro*. <https://es.slideshare.net/robertoarteaga7/el-galvanmetro-40415808>
- Asocie. (2022). *Tipos de manómetros. Instrumentos y Sensores*. <https://asocieperu.com/tipos-de-manometros/>
- AstroA. (2022). *Multímetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=mult%C3%ADmetro&sxsrf=ALiCzsYn0Z-mFtZXhBBNT-98MTB8p97ioHw:1672116598877&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=>
- Atlantis. (2022). *Tipos de hidrómetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=tipos+de+hidr%C3%B3metro&tbm=isch&ved=2ahUKEwi-Gpfvs4Zj8AhXVwCkDHSWfDboQ2->
- Átomos. (2020). *Acelerómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aceler%C3%B3metro&tbm=isch&ved=2ahUKEwjE8c6Bidb6A-hVRKFMKHcJKBQoQ2-cCegQIABAA&oq=aceler%C3%B3metro&gs_lcp=
- Auto. (2022). *Scanner automotriz. ¿Qué es y cómo funciona? Lubricantes en Venezuela*. <https://www.lubricantesenvenezuela.com/tipos-de-scanner-automotriz/>
- Autocrash. (2022). Equipos para la alineación de luces con nuevas tecnologías. *Revista Autocrash*. <https://www.revistaautocrash.com/equipos-la-alineacion-luces-nuevas-tecnologias/>

- Autofact. (2020). Scanner automotriz: ¿qué es y cómo funciona? *Autofact*. <https://www.autofact.cl/blog/mi-auto/tecnologia/scanner-automotriz>
- Autotools. (2021). Balanceadora de llantas semiautomática MT826. *Autotools*. <https://www.autotools.co/productos/balanceadoras/balanceadora-de-llantas-semi-automatizada-mt826>
- Autotools. (2022). *Escáner vehicular - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=esc%C3%A1ner+vehicular&tbm=isch&ved=2ahUKEwiCz_OrkZn8AhXBA98KHRttA_IQ2-
- Autut. (2022). *Tester para baterías y alternador - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=Tester+para+bater%C3%ADas+y+alternador&tbm=isch&ved=2ahUKEwijn9cCa2fv6AhXi8lMKHRZzAN0Q2->
- Azeheb. (2022). *Galvanómetro digitales - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=galvan%C3%B3metro+digitales&tbm=isch&ved=2ahUKEwiK7baB85j8AhXmT98KHVqjBQYQ2-cCegQIABAA&oq=galvan%C3%B3metro+digitales&gs_lcp=
- Barassi. (2021). *Detector de fugas de los cilindros*. <https://ferreteriabarassi.cl/herramientas-para-mecanicos/74-detector-de-fugas-de-los-cilindros.html>
- Baterías. (2019). *Cepillolimpiador de terminales de batería - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=CEPILLO+LIMPIADOR+DE+TERMINALES+DE+BATER%C3%8DA&sxsrf=ALiCzsb06tb-Te1X7HHlzB2qA41wMYtl-nA:1667619878557&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwidgO-2TkJb7AhWEQjABHR6sDAgQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#
- BKB. (2021). *Polipasto - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=POLIPASTO&tbm=isch&ved=2ahUKEwj8qMWFIZb7AhU1k4QI-HYrGA3wQ2-cCegQIABAA&oq=POLIPASTO&gs_lcp=
- Blog. (2022). *Partes del manómetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=partes+del+man%C3%B3metro&tbm=isch&ved=2ahUKEwiG-qsyw75j8AhUkoOAKHY8fBOEQ2->
- Boletín agrario. (2022). *Higrómetro - ¿Qué es higrómetro? - significado, definición, traducción y sinónimos para higrómetro*. <https://boletinagrario.com/ap-6,higrometro,476.html>

- Bowers, B., Institution of Electrical Engineers., & Science Museum. (2001). *Sir Charles Wheatstone FRS: 1802-1875*. 235.
- Bruel & Kjaer. (2020). *¿Qué es un sonómetro? | Brüel & Kjær*. <https://www.bksv.com/es/knowledge/blog/sound/what-is-a-sound-level-meter>
- Bt250. (2021). *Punta lógica - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=PUNTA+L%C3%93GICA&tbm=isch&ved=2ahUKEwjImNqm2P-v6AhUHKVMMKHVQhB5AQ2-cCegQIABAA&oq=PUNTA+L%C3%93GICA&gs_lcp=
- Castro, F. M. (2016). *Medidores de presión empleados en neumática*. <https://www.researchgate.net/publication/354771005>
- Cahema. (2022). *Esmerilador neumático - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=ESMERILADOR+NEUMATICO&tbm=isch&ved=2ahUKEwiU95bwmZb7AhX2azABHdckC0AQ2-cCegQIABAA&oq=ESMERILADOR+NEUMATICO&gs_lcp=
- CE&ISO. (2022). *Extractor de engranaje de distribución - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=EXTRACTOR+DE+ENGRANAJE+DE+DISTRIBUCI%C3%93N&tbm=isch&ved=2ahUKEwjt95Ssk5b7AhU8IYQIHXY9CvcQ2->
- Ciencia. (2021). *Partes del calibrador - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=partes+del+calibrador&sxsrf=ALiCzsYH8-DOHxZ3GKD-wgwBkyyVL-13TKA:1667616913004&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjr_-
- Cientifiko. (2019). *El Densímetro una valiosa herramienta para el control de calidad*. <https://www.cientifiko.com/densimetro/>
- Cientifiko. (2022). *Partes del densímetro - Buscar con Google*. https://www.google.com/search?q=partes+del+dens%C3%ADmetro&source=lmns&bih=754&biw=1536&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwis8ZOv35j8AhWxnOAKHZBcBc-QQ_AUoAHoECAEQAA#imgrc=Mme3w--65_SM6M
- Cienytec. (2021). *Sonómetros - medidores de sonido*. *Cienytec*. <https://www.cienytec.com/lab1sonometros.htm>

- Cisneros, F. (2018). *Ventajas y desventajas de un sistema digital y analógico* | PDF | Señal analógica | Informática. <https://es.scribd.com/document/370020131/Ventajas-y-Desventajas-de-Un-Sistema-Digital-y-Analogico>
- Course Hero. (2017). Informa_Vacuometro.docx - Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Extensión Latacunga Departamento de Energía y Mecánica, Informe de Práctica de. *Héroe del curso*. <https://www.coursehero.com/file/56176331/Informa-Vacuometrodocx/>
- Criquet. (2022). *Gato hidráulico* - Búsqueda de Google. <https://www.google.com/search?q=GATO+HIDR%C3%81ULICO&sxsrf=ALiCzsa-R5gMsgVWRnAdCRZ0JWfbJslGaA:1667620425914&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=>
- Dacarse. (2020). *Analizador de gases automotriz* - Búsqueda de Google. https://www.google.com/search?q=analizador+de+gases+automotriz&sxsrf=ALiCzsZAPckFn_nuX4NvKoNqeFnTv7SKwQ:1666709743038&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=
- Departamento Técnico Faro Barcelona. (2022). *Luxómetro. ¿Qué es, como usar y cómo funciona?* <https://como-funciona.co/un-luxometro/>
- Diagramas. (2014). *Frecuencímetro FD-250*.
- Digamel. (2022). *¿Cómo elegir un telurómetro?* <https://subestaciones.digamel.com/es/blog/como-elegir-un-teluometro/>
- Digital. (2021). *Voltímetro* - Búsqueda de Google. <https://www.google.com/search?q=voltimetro&tbm=isch&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj6lM-GE-5j8AhUUad8KHW2xBdQQrNwCKAB6BQgBEN8C&biw=1519&bih=754#imgsrc=DRrIz7lJKUtU1M>
- Direct Industry. (2016). *Luxómetro analógico* - Búsqueda de Google. <https://www.google.com/search?q=lux%C3%B3metro+anal%C3%B3gico&tbm=isch&ved=2ahUKEwi66drCtdb6AhUDO1MKHbZXAIQ2->
- . (2021). *Frecuencímetro digital - DJ-F96 - Tense Electronic - para montaje en panel*. <https://www.directindustry.es/prod/tense-electronic/product-124315-1749500.html>
- . (2022a). *Vacuómetro de tubo Bourdon - 534 - AMETEK PMT Products - analógico*. <https://www.directindustry.es/prod/ametec-pmt-products/product-14272-1948428.html>

- . (2022b). *Acelerómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=acelerometro&tbm=isch&ved=2ahUKEwiJqKLS0pj8AhWpxS-kDHRACCvUQ2-cCegQIABAA&oq=acelerometro&gs_lcp=
- . (2022c). *Tipos de luxómetro analógico - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=tipos+de+luxometro+anaogico&tbm=isch&ved=2ahUKEwiMmP2y2Jj8AhXFK98KHUIQBAYQ2->
- Disai Automatic. (2019). *Manómetros digitales - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=man%C3%B3metros+digitales&tbm=isch&ved=2ahUKEwj0-LL9w976AhW1xykDHW7HAOwQ2-cCegQIABAA&gs_livs=1&oq=manometros&gs_lcp=
- EcuRed. (2017). Frecuencímetro de lengüetas. *EcuRed*. https://www.ecured.cu/Frecuenc%C3%ADmetro_de_leng%C3%BCetas
- . (2022). *Rugosímetro con palpador piezoeléctrico - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=Rugos%C3%ADmetro+con+palpador+piezoel%C3%A9ctrico&tbm=isch&ved=2ahUKEwiP1M7ww5j8Ah-V2yCkDHdePBugQ2->
- Electrónica. (2019). *Fijación de los galvanómetros - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=fijaci%C3%B3n+de+los+galvan%C3%B3metros&tbm=isch&ved=2ahUKEwje0tTD8pj8AhWmyCkDHXVcDgEQ2-cCegQIABAA&gs_livs=1&oq=tipos+de+galvan%C3%B3metro&gs_lcp=
- . (2022). *Aplicación industrial del rugosímetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+industrial+del++rugosimetro&tbm=isch&ved=2ahUKEwj0l431xZj8AhVJI8KHU6hABAQ2-cCegQIABAA&oq=aplicaci%C3%B3n+industrial+del++rugosimetro&gs_lcp=
- Engenharia e Sistemas. (2018). *Tipos de acelerómetros DMC*. <https://www.dmc.pt/es/tipos-de-acelerometros/>
- Equinlab. (2020). *Densímetro SG-ULTRA MAX*. *Equinlab S.A.C*. <http://www.equinlabsac.com/content/dens%C3%ADmetro-sg-ultra-max>
- Equipos. (2021). *Multímetro. ¿Qué es, para que sirve, como funciona y partes?* <https://como-funciona.co/un-multimetro/>
- . (2022). *Galvanómetro. ¿Qué es, para que sirve, como funciona y partes?* <https://como-funciona.co/un-galvanometro/>

- Equipos Medida. (2022). *Comprar un sonómetro. Las claves para comprar el mejor modelo*. <https://equiposmedida.com/sonometros>
- Euston. (2022). *Manómetro. ¿Qué es, para qué sirve, características, partes, tipos, cómo se usa?* <https://www.euston96.com/manometro/>
- Fema. (2022). *Tipos de frecuencímetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+frecuenc%C3%ADmetro&&tbm=isch&ved=2ahUKEwiMgIWI6Zj8AhXywikDHWtNbcQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=frecuenc%C3%ADmetro&gs_lcp=
- Fernández, E. (2018, julio). *Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM*. Escuela Superior de la Marina Civil de Gijón. *StuDocu*. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-superior-de-urua-pan/robotica-industrial/gestion-de-mantenimiento-lean-maintenace-y-tpm/22877648>
- Filosofía. (2017). *Definición de densímetro*. *Filosofia.co*. <https://filosofia.co/definiciones/definicion-de-densimetro/>
- Flir E60. (2019). *Partes de la cámara termográfica - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=partes+de+la+c%C3%A1mara+termogr%C3%A1fica&tbm=isch&ved=2ahUKEwiQyaOG1-z6AhUKQ1MKHYf-ZAhoQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=C%C3%A1mara+termogr%C3%A1fica+Industrial+FLIR+E60&
- Fluke. (2014). *Calibración de cámara termográfica Fluke TI-32*. <https://1library.co/document/y95e3rwz-calibracion-de-camara-termografica-fluke-ti.html>
- . (2021). *Telurómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=teluometro&tbm=isch&ved=2ahUKEwi45e36_pj8AhXVC98KH-V2PAhwQ2-
- Freepik. (2022). *Aplicación de los manómetros en la industria - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+de+los+man%C3%B3metros+en+la+industria&tbm=isch&ved=2ahUKEwiyzIbu7Zj8AhUEN-t8KHSGqBLMQ2->
- García Garrido, S. (2014). *Qué es TPM*. <http://mantenimiento.renovetec.com/organizacionygestion/120-que-es-tpm>

- Geevorks. (2022). *Tacómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tacometro+&tbm=isch&ved=2ahUKEwiTqergy5j8AhUpyCkD-HdXhCbIQ2-cCegQIABAA&oq=tacometro+&gs_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABC
- Gis Ibérica. (2017). *Partes del higrómetro - Buscar con Google*. https://www.google.com/search?q=partes+del+higr%C3%B3metro&sxsrf=ALiCzsaGFlrSg1C-Gvge2YcsjIVr5lCHkUA%3A1666827644278&ei=fMVZY7rMEOPNwbkP7_u9cA&oq=partes+del+h%C3%ADgado+m&gs_lcp=
- . (2019). *Densímetro*. *Gis Ibérica*. http://www.gisiberica.com/densimetr%C3%ADa%20are%C3%B3metros/fundamento_teorico.htm
- . (2022). *Midiendo vibraciones - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=mediendo+vibraciones+&tbm=isch&ved=2ahUKEwiW-6JOI1pj8AhWeEt8KHZlfdCQQ2-cCegQIABAA&oq=mediendo+vibraciones+&gs_lcp=
- Gringer. (2022). *Cámara termográfica - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=c%C3%A1mara+termogr%C3%A1fica&tbm=isch&ved=2ahUKEwjJnd_8jZn8AhVYZt8KHdDEAq8Q2-cCegQIABAA&gs_livs=1&oq=aplicaci%C3%B3n+del+teluometro&gs_lcp=
- Grupo Control. (2022). *Tipos de cámaras termográficas*. *Blog Grupo Control*. <https://www.grupocontrol.com/tipos-de-camaras-termograficas/>
- Guías Prácticas. (2020). *Higrómetro*. *Guías Prácticas*. <https://www.guiaspracticas.com/estaciones-meteorologicas/higrometro>
- Her-408. (2022). *Aplicación de luxómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+de+lux%C3%B3metro&hl=es&sxsrf=ALiCzsb96j25IDJiG6nb9v1SBYx_pYirEg:1672106449774&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjBoNz32Zj8AhUyUjABHvc2CHoQ_AUoA-XoECAEQAw&biw=1536&bih=754&
- Hernández, R. (2019, 29 de noviembre). *Rugosímetro | PDF | Rugosidad de la superficie | Medición*. <https://es.scribd.com/document/437518554/rugosimetro>
- Herramientas. (2022). *Extractor de ejes - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=EXTRACTOR+DE+EJES&sxsrf=ALiCzsb9_HaRf4fGz-sD8PPx6Bjp6jy7FA:1667790363598&source=lnms&tb=

m=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj9h7qhi5v7AhWldDABHf4PBjcQ_AUoA-XoECAIQAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=

Higrómetro. (2022). Higrómetro - ¿Qué es, cómo funciona y para qué sirve? *Materiales Laboratorio*. <https://materialeslaboratorio.com/higrometro/>

Historia. (2015). ¿Quién inventó el primer voltímetro? <https://es.411answers.com/a/quien-invento-el-primer-voltimetro.html>

Humedad. (2022). *Partes del higrómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=partes+del+higr%C3%B3metro&tbm=isch&ved=2ahUKEwjWoq3N4pj8AhV2yCkDHdePBugQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=tipos+de+hidr%C3%B3metro&gs_lcp=

Impormel. (2022). Luxómetro Digital Medidor Luz Iluminación Cámara 200k Lux. *Impormel*. <http://impormel.com/equipos-de-medicion/1084-luxometro-digital-medidor-luz-iluminacion-camara-200k-lux.html>

Importaciones. (2022). *Probador de circuito automotriz - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=PROBADOR+DE+CIRCUITO+AUTOMOTRIZ&sxsrf=ALiCzsYhhFOvCBg6xpEQUaXk4QVa7KYYS-Q:1666713509382&source=lnms&tbm=isch&sa=X>

Industrias GLS. (2022). Para qué sirve un amperímetro. *Industrias GSL*. <https://industriassgl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-amperimetro-y-para-que-sirve>

Infaimon. (2018). ¿Qué es una cámara termográfica y cómo se aplica en la industria? <https://infaimon.com/blog/tecnologia-tendencias/camara-termografica-aplicaciones-industria/>

Infrarroja. (2017). *Termografía | Termografía Infrarroja | Cámaras térmicas*. https://www.spitecno.com.mx/termografia_infrarroja.html

InnovaTec. (2019). *Tipos de telurómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+teluometro&tbm=isch&ved=2ahUKEwjyOaripn8AhVowikDHUllDv4Q2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=Pos+de+teluometro&gs_lcp=

Instalaciones. (2022). *Partes del multímetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=partes+del+mult%C3%ADmetro&tbm=isch&ved=2ahUKEwi4i7HIhZn8AhVjyCkDHXdOCFEQ2->

- Instrumentación. (2022). *Tipos de tacómetros - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+tacometros+&tbm=isch&ved=2ahUKEwi4yJiHzZj8AhX3Vd8KHeWUDJoQ2-cCegQIABAA&oq=tipos+de+tacometros+&gs_lcp=
- Instrumetos de Medición. (2021). *Rugosímetro: ¿qué es y para qué sirve?, descúbrelo aquí*. <https://instrumentosdemedicion.org/general/rugosimetro/#Historia>
- Instrumentos. (2022). *Rugosímetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=Rugos%C3%ADmetro+&tbm=isch&ved=2ahUKEwiVg-sORxJj8AhXNwikDHYadASEQ2-cCegQIABAA&oq=Rugos%C3%ADmetro+&gs_lcp=
- La Habana. (1990). *Diccionario Técnico Electrotecnia. Editorial Científico-técnica, La Habana 1990*. https://www.ecured.cu/Frecuenc%C3%ADmetro_de_leng%C3%BCetas
- Larrota, B., P. J. (2021). *El multímetro*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Mult%C3%ADmetro>
- Loctite, T. (2016). *El sensor de revoluciones: tipos, averías y consejos de mantenimiento*. <https://blog.reparacion-vehiculos.es/el-sensor-de-revoluciones-tipos-averias-y-consejos-de-mantenimiento>
- MacTec. (2022). *Higrómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=higr%C3%B3metro+higr%C3%B3metro&tbm=isch&ved=2ahUKEwiS_p_-4Jj8AhWDLt8KHbPGDuEQ2-cCegQIABAA&gs_livs=1&oq=aplicaci%C3%B3n+del+dens%C3%ADmetro&gs_lcp=
- Malvino, A. Paul (1999). *Malvino electronic principles*. 1012. https://www.academia.edu/40484648/Principios_de_electronica_Albert_Paul_Malvino
- Malvino, A. P., Alba Castro, J. L., y López Cortón, C. (2000). *Principios de electrónica*. <https://www.wiki.es-es.nina.az/Frecuenc%C3%ADmetro.html>
- Manufactura. (2016, septiembre). Los principales objetivos del mantenimiento. *Manufactura Latam*. <https://www.manufactura-latam.com/es/blog/los-principales-objetivos-del-mantenimiento>
- Manufacturas. (2022). *Calibradores con reloj - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=calibradores+con+reloj&tbm=isch&ved=2ahUKEwi>

FypnMlpn8AhWJT98KHVYVbB9QQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=tipos+de+calibradores&gs_lcp=

Máquinas. (2017). *Aplicación del multímetro en industria - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+mult%C3%ADmetro+en+industria&tbm=isch&ved=2ahUKEwixMSkhpn8AhUcyCkD-HZN8DBUQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=partes+del+mult%C3%ADmetro&gs_lcp=

Máquinas. (2021). *Aplicación del amperímetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+amper%C3%ADmetro&tbm=isch&ved=2ahUKEwimrvXY95j8AhUUKd8KHfdgBO4Q2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=partes+del+amper%C3%ADmetro&gs_lcp=

Marchense. (2022). *Caballote automotriz - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=caballote+automotriz&tbm=isch&ved=2ahUKEwj6tOSnjJv7AhXf4QIHSD_DAUQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=EXTRACTOR+DE+EJES&gs_lcp=

Materiales. (2021). *Galvanómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=galvan%C3%B3metro&tbm=isch&ved=2ahUKEwiqx7eV-8Jj8AhXTG98KHVqWC6UQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=partes+del+man%C3%B3metro&gs_lcp=

Material de Laboratorio. (2019). Voltímetro. ¿Qué es y cuál elegir? *Materiales para laboratorio*. <https://www.materialdelaboratorio.top/voltimetro/>

Materiales Laboratorio. (2017a). Luxómetro. *Materiales y Laboratorios*. <https://materialeslaboratorio.com/luxometro/>

———. (2020). Tacómetro. ¿Qué es, ¿cómo funciona y para qué sirve? *Materiales y Laboratorios*. <https://materialeslaboratorio.com/tacometro/>

MCI. (2022). *Medición con el multímetro digital - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=medici%C3%B3n+con+el+mult%C3%ADmetro+digital&tbm=isch&ved=2ahUKEwi8uLH0hJn8AhUQW98KHf-89C0AQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=medici%C3%B3n+con+el+mult%C3%ADmetro+anal%C3%B3gico&gs_lcp=

Mecafenix. (2022). *partes acelerómetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=partes+acelerometro&tbm=isch&ved=2ahUKEwj-kc>

jT0pj8AhWMOd8KHTc5CzkQ2-cCegQIABAA&oq=partes+acelerometro&gs_lcp=

Mecánica. (2022). *Escáner vehicular* - *Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=esc%C3%A1ner+vehicular&tbm=isch&ved=2ahUKEwiggbWukZn8AhWPDN8KHwu5ArsQ2->

Medidor. (2020). *Telurómetro analógico* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=teluometro+analogico+&tbm=isch&ved=2ahUKEwiD5YOMwuz6AhXmQUIHXM2D6kQ2-cCegQIABAA&oq=teluometro+analogico+&gs_lcp=

Mercado. (2022). *Manómetros* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=man%C3%B3metros&tbm=isch&ved=2ahUKEwjvZfa65j8AhUDHd8KHyeDIEQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=persona+utilizando+el+frecuenc%C3%ADmetro&gs_lcp=

Metrología. (2022). *Galgas de espesores Mitutoyo 184-304S* - *DCL metrología*. <https://www.instrumentacion-metrologia.es/Galgas-de-espesores-184-304S-Mitutoyo>

Mide. (2022). *Aplicación del telurómetro* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+teluometro&tbm=isch&ved=2ahUKEwjBh9zPjZn8AhWJLN8KHViTBO8Q2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=partes+del+teluometro&gs_lcp=

MideBien. (2020). *Aplicación de calibrador* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+de+calibrador&tbm=isch&ved=2ahUKEwj0qbi7l5r8AhVvw98KHZp-DrgQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=lectura+del+calibrador+digital&gs_lcp=

Mikels. (2021). *Pluma hidráulica* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=PLUMA+HIDRAULICA&hl=es&sxsrf=ALiCzsYzz52K-jn92C-1oKoKfyn66t279IA:1667697793682&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi25da0spj7AhXTtTEKHekDCU8Q_AUoAXoECAM-QAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgsrc=AxMSOR1WvmazGM

Mitutoyo. (2019). *Rugosímetro Portátil SurfTest SJ-210 - 178-561-02^a*. *Mitutoyo*. <https://mitutoyo.com.ar/surftest-sj-210-serie-178-rugosimetro-portatil-178-561-02>

- Moriwoki. (2022). *Llave de bujías - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=llave+de+buj%C3%ADas&sxsrf=ALiCzsZJJ9M1bCUWrsBdbSTS6D35jupUyg:1667696980563&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi3gfqwr5j7AhW8RzABHa18CzYQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=z3bkxikRm9GYcM
- Motor Giga. (2017). *Voltímetro - Definición - Significado*. <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/voltimetro-definicion-significado/gmx-niv15-con195953.htm>
- Multi. (2018). *Medición con el multímetro analógico - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=medici%C3%B3n+con+el+mult%C3%ADmetro+anal%C3%B3gico&tbm=isch&ved=2ahUKEwi09LfJg5n8AhUloOAKHcyHBAAQ2->
- Multímetro. (2018). *Multímetro - Usos y funciones. Moviltronics*. <https://moviltronics.com/multimetro-usos-y-funciones/>
- Mundo Compresores. (2017). *Manómetro definición. Mundocompresor.com*. <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/manometro>
- Net Interlab. (2017). *Servicios. Net Interlab*. <https://net-interlab.es/servicios/>
- Oceanoshop. (2022). *Tipos de densímetros - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+dens%C3%ADmetros&tbm=isch&ved=2ahUKEwiM5Jus3Zj8AhVbwikDHfcuBlSQQ2-cCegQIABAA&gs_liv=1&oq=densimetro&gs_lcp=CgNpbWcQAVAAWABgAGgAcAB4AIA-BAIgbaJIBAJgBA
- Omega. (2022). *¿Qué es un manómetro? Tipos de indicadores de presión*. <https://es.omega.com/prodinfo/galgas-de-presion.html>
- Onuba Electrónica. (2017). *Frecuencímetro. OnubaElectrónica .es*. <https://www.onubaelectronica.es/frecuencimetro/>
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *1100 millones de personas corren el riesgo de sufrir pérdida de audición. WHO*. <https://apps.who.int/mediacentre/news/releases/2015/ear-care/es/index.html>
- Orlan Rober. (2015). *Recomendaciones en el uso de tacómetros electrónicos digitales. PDF Free Download*. <https://docplayer.es/32001032-Recomendaciones-en-el-uso-de-tacometros-electronicos-digitales.html>

- Ovacen. (2022). *Uso y aplicaciones de la termografía*. <https://ovacen.com/uso-y-aplicaciones-de-la-termografia/>
- Overhaul. (2017). *Mantenimiento industrial: overhaul*. <http://manteniautomatiko7.blogspot.com/p/overhaul.html>
- Ovili. (2022). *Lectura del calibrador digital - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=lectura+del+calibrador+digital&sxsrf=ALiCzsaom-GxUwyhPdSBNEOBB6kx0vCmFw:1672157317286&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiP3p63l5r8AhVgtoQIHU14BMcQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=
- Patentados. (2007, 11 de junio). *Rugosímetro*. *Patentados.com*. <https://patentados.com/2010/rugosimetro>
- PCE. (2018). *Acelerómetro PCE-VM 3D*. *PCE Instruments*. https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/aceler_metro-pce-instruments-aceler_metro-pce-vm-3d-det_3527889.htm
- . (2019). *Acelerómetro PCE-VM 20-ICA incl. certificado de calibración ISO | PCE Instruments*. https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/aceler_metro-pce-instruments-aceler_metro-pce-vm-20-ica-incl.-certificado-de-calibraci_n-iso-det_5927766.htm
- . (2020). *Frecuencímetros*. <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/metros/frecuencimetros.htm>
- . (2021a). *Aplicación del voltímetro en industria - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+volt%C3%ADmetro+en+industria&tbm=isch&ved=2ahUKEwi006bB_Zj8AhUVwikDHZc-0Co8Q2-cCegQIABAA&gs_
- . (2021b). *Cómo funciona el higrómetro - Buscar con Google*. https://www.google.com/search?q=C%C3%B3mo+funciona+el+higr%C3%B3metro&bih=696&biw=1536&hl=es&sxsrf=ALiCzsYR_NYZCHN1fHwrVtZ0AOr-7x0xibcg%3A1666828523186&
- . (2021c). *Vacuómetro PCE-PDA 1000L*. <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-presion/vacuometro-vam-320.htm>

- . (2022a). *Acelerómetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=acelerometro&tbm=isch&ved=2ahUKEwiCxeiSz5j8AhUjAN8KHUziB-GAQ2-cCegQIABAA&oq=acelerometro&gs_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQ6BAgiECProconsa. (2022). Vacuómetro | Proconsa México | Equipos de Medición. <https://proconsamexico.com/productos/vacuometro/vacuometro/>
- . (2022b). *Amperímetro PCE-DC 41*. PCE Instruments. https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/amperimetro-pce-instruments-amper_metro-pce-dc-41-det_2213983.htm
- PCPI. (2022). *3.2 Amperímetro - PCPI INFORMATICA 1314 MACARENA*. <https://sites.google.com/site/pcpiinformatica1314macarena/home/4-circuitos-integrados-chips/1-modulos-profesionales/1-montaje/1-elementos-basicos-electricos-y-electronicos/3-aparatos-de-medicion/3-2-amperimetro>
- PeakTech. (2022). Galvanómetro con Cero Central CC, $\pm 100\text{mV} \pm 50\mu\text{A}/5\text{mA}$. *Peak-Tech 3204*. <https://peaktech-rce.com/es/herramientas-de-ensenanza/481-peaktech-3204-galvanometro-con-cero-central-cc-100mv-50a5ma.html>
- Pedro J. (2019). Densímetro. ¿Qué es y cuánto cuesta y cómo usarlo? *Materiales para laboratorio*. <https://www.materialdelaboratorio.top/densimetro/>
- PKT-2860. (2022). *Frecuencímetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=frecuenc%C3%ADmetro&tbm=isch&ved=2ahUKEwjP-ezo-5Jj8AhULwikDHcYfDa4Q2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=aplicaci%C3%B3n+del+higr%C3%B3metro+en+el+laboratorio&
- Prezi. (2019). *Sistemas mecánicos by*. <https://prezi.com/iqmoqckhdyn4/sistemas-mecanicos/>
- Promax. (2017). Cámaras termográficas: Cómo funcionan y por qué pueden ser necesarias. *PROMAX*. <https://www.promax.es/esp/noticias/400/camara-termografica-como-funcionan-y-por-que-pueden-ser-necesarias/>
- Promesa. (2021). *Prensa o tornillo de banco - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=PRENSA+O+TORNILLO+DE+BANCO&tbm=isch&ved=2ahUKEwikmLK2spj7AhWoioQIHXAqCQsQ2-cCegQIABAA&oq=PRENSA+O+TORNILLO+DE+BANCO&gs_lcp=

- Prueba de Ruta. (2018). ¿Qué es un scanner Automotriz? *Pruebaderuta.com*. <https://www.pruebaderuta.com/que-es-un-scanner-automotriz.php>
- Rea, J. L. (2017). *Vacuómetro. Qué es, para qué sirve, tipos y como funciona*. <https://como-funciona.co/un-vacuometro/>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española, 23,a ed., [versión 23.6 en línea]. Higrómetro. <https://dle.rae.es/higr%C3%B3metro> [2 de agosto de 2023].
- Pulgada. (2019). *Calibrador - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=calibrador&tbm=isch&ved=2ahUKEwj11fe8Ijn8AhULhOAKHdcdD-dUQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=aplicaci%C3%B3n+del+esc%C3%A1ner+en+veh%C3%ADculos
- Respuesta Corta. (2019). ¿Cómo se calcula la disponibilidad ejemplos? *Respuesta Corta*. <https://respuestacorta.com.mx/como-se-calcula-la-disponibilidad-ejemplos/>
- Rincón. (2022). *Persona utilizando el frecuencímetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=persona+utilizando+el+frecuenc%C3%ADmetro&tbm=isch&ved=2ahUKEwjM993T65j8AhUGC98KHWlQDbkQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=aplicaci%C3%B3n+del+frecuenc%C3%ADmetro&gs_lcp=
- Ronovetec. (2019). *Tipos de mantenimiento*. <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- Rpm. (2018). Juego de copas para ajustar y aflojar filtros de aceite y tapas 23 piezas. *8000RMPTools*. <https://8000rpmtools.com/?product=juego-de-copas-para-ajustar-y-aflojar-filtros-de-aceite-y-tapas-23-piezas>
- Ruiz, J. (2021). *Galvanómetro. Qué es, para que sirve, como funciona y partes*. <https://como-funciona.co/un-galvanometro/>
- Salud. (2017). *Servicio Integrado de Prevención y Salud*. https://www.spri.upv.es/D7_15_b.htm
- Sánchez Valenzuela, M. I., Valenzuela Illanes, J., y Fontecilla García, H. (2018). *EDITOR RESPONSABLE: REVISORES: Independencia editorial y conflicto de interés*. www.ispch.cl, alasecciónOIRS. [Linkdirecto:http://www.ispch.cl/oirs/](http://www.ispch.cl/oirs/)

- Scanner. (2021). *Tipos de escáner automóviles - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+esc%C3%A1ner+autom%C3%B3viles&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjpmIWA8_f6AhXobDABHb9YCMoQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1536&bih=696&dpr=1.25#imgsrc=WPeemCpDNCTZoM&imgdii=A1S3TBpe04h8zM
- Servicio. (2021). *Aplicación del escáner en vehículos - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+esc%C3%A1ner+en+veh%C3%ADculos&tbm=isch&ved=2ahUKEwiDjJGkk5n8AhWtxykDHYf-1Dx8Q2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=esc%C3%A1ner+vehicular&gs_lcp=
- Servidor Alicante. (2015). *Coordenadas planas (topografía, geodesia y GPS)*. *Glosarios@servidor-Alicante.Com*. <https://subir.cc/teluometro/>
- Seteco. (2021). *Calibrador - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=calibrador&sxsrf=ALiCzsYrg6o40kqKicnR0ed6umAt-GueSXA:1667615430401&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjKg->
- Sexto, L. F. (2016). *¿Cómo elegir un sonómetro? DJ Bolaños*. https://www.djbolaños.com.ar/circuitos_archivos/sonometr.pdf
- Shutterstock. (2022). *Amperímetro - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=amper%C3%ADmetro&tbm=isch&ved=2ahUKEwia-yoXa9Zj8AhVyjOAKHSulAr0Q2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=Qu%C3%A9+mide+el+galvan%C3%B3metro&gs_lcp=CgNpbW
- Siafa. (2021). *Instalación del telurómetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=instalaci%C3%B3n+del+teluometro&sxsrf=ALiCzsbC6IrKAt5OcNzT62e2dfrmUBcc2w:1666191571075&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjqueKlx->
- Silva Burga, J. E., (2005). *Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa*. Tesis Universidad de Piura. <https://pirhua.udpe.edu.pe/handle/11042/1263>
- Silva-Ramírez, A., Alexander Erazo-Amaya, D. I., y Gorky Reyes-Campaña III, G. (2021). *Implantación de dispositivo termográfico para identificar temperatura corporal en medios de transporte público del DMQ*. *Polo Del Conocimiento*, 6(6), 56–80. <https://doi.org/10.23857/PC.V6I6.2742>

- Sismeco. (2022). *Tipos de vacuómetros - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+vacuometros+&tbm=isch&ved=2ahUKEwi2he-Lrx5j8AhXoUd8KHV5FC6UQ2-cCegQIABAA&oq=tipos+de+vacuometros+&gs_lcp=
- SKF. (2018). Tacómetro mecánico. SKF. <https://www.skf.com/cl/products/condition-monitoring-systems/basic-condition-monitoring-products/speed-measurement/mechanical-tachometer>
- Slideshare. (2020). *Tacómetro*. <https://www.slideshare.net/PerlaaBerrones/tacmetro/4>
- SMI. (2022a). *tipos de manómetros - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+man%C3%B3metros&tbm=isch&ved=2ahUKEwi-FltjF7Jj8AhUGJd8KHVGSap0Q2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=man%C3%B3metros&gs_lcp=
- SMI. (2022b). *Tipos de amperímetros - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+amper%C3%ADmetros&tbm=isch&ved=2ahUKEwim5pHd9Zj8AhVZW98KHdkTAdkQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=amper%C3%ADmetro&gs_lcp=
- Society of Automotive Engineers (SAE). (2009). *SAE JA1011: Evaluation criteria for reliability-centered maintenance (RCM) processes*. *SAE International*. <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/html/>
- Solectroshop. (2019). *Tipos de multímetros - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+mult%C3%ADmetros&tbm=isch&ved=2ahUKEwj22_Cvgpn8AhVjieAKHQmPCJMQ2-cCegQIABAA&gs_ivs=1&oq=partes+del+mult%C3%ADmetro&gs_lcp=
- Sólo. (2022). *Aplicación del densímetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+dens%C3%ADmetro&hl=es&sxsrf=ALiCzsaJMxCNhH4TEIdII49wHZ0wIV3FjA:1672108340965&source=l-nms&tbm=isch&sa=X&>
- Studocu. (2018). Tarea del lab 9 feb 22 - Resumen. En la práctica realizamos una serie de pruebas para poder. *StuDocu*. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-catolica-de-el-salvador/quimica-tenica/tarea-del-lab-9-feb-22/23023669>

- Sunshine. (2021). *Alineadora móvil de rueda por 3D, Alinhador de detecção a laser, Trocador de pneu de caminhão*. <https://www.haidesunshine.com/es/1-2-5-3d-wheel-alignment-whole-set-moveable.html>
- Suplies KD. (2019). Usos y aplicaciones del luxómetro. *Supplies KD*. <https://supplieskd.com/usos-y-aplicaciones-del-luxometro/>
- Sweetesthome. (2019). Luxómetro. *Sweetesthome*. https://www.sweetesthome.mx/luxometro/#Que_tipos_de_luxometros_existen
- Tacómetro. (2020). ¿Qué es un Tacómetro? - Glosario de mecánica. *Hello Auto*. <https://helloauto.com/glosario/tacometro>
- Tec. (2022). *Densímetro - Búsqueda de Google*. [https://www.google.com/search?q=densimetro+&tbm=isch&ved=2ahUKEwiznM_D25j8AhUGId8KHTfR-CucQ2-cCegQIABAA&oq=densimetro+&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQ-QzIECAAQQzIECAAQQzIECAAQQzIECAAQQzIFCAAQgA](https://www.google.com/search?q=densimetro+&tbm=isch&ved=2ahUKEwiznM_D25j8AhUGId8KHTfR-CucQ2-cCegQIABAA&oq=densimetro+&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQ-QzIECAAQQzIECAAQQzIECAAQQzIFCAAQgA)
- Tecnosiesel. (2020). *Scanner automotriz - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=scanner+automotriz+&tbm=isch&ved=2ahUKEwi-G65791vv6AhWGLVMKHXCiDvQQ2-cCegQIABAA&oq=scanner+automotriz+&gs_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCAB-DIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFC
- TEquipment. (2021). *Simpson 886-2 Medidor de nivel de sonido de peso múltiple | equipo*. <https://www.tequipment.net/Simpson886-2.asp>
- Térmica. (2022). *Tipos de cámaras termográficas - Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=tipos+de+camaras+termograficas&tbm=isch&ved=2ahUKEwijkrP5jpn8AhUBneAKHZz-Df8Q2-cCegQIABAA&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCAB-DIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFC
- (2022). *Aplicación de las cámaras termográficas - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+de+las+c%C3%A1maras+termogr%C3%A1ficas&tbm=isch&ved=2ahUKEwj0jNnOj5n8AhVLwikD-HY0UDdMQ2->
- Testo. (2022a). *aplicación del higrómetro en el laboratorio - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+higr%C3%B3metro+en+el+laboratorio&tbm=isch&ved=2ahUKEwj68LrU5Jj8AhUSK-d8KHfL1CPwQ2->

- Testo. (2022b). *aplicación del tacómetro* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+tacometro+&tbm=isch&ved=2ahUKEwjAjqHCzpj8AhXMGN8KHTddB9sQ2-cCegQIABAA&oq=aplicaci%C3%B3n+del+tacometro+&gs_lcp=
- The Weather Channel. (2019). El higrómetro, un legado de Leonardo da Vinci. *The Weather Channel*. <https://weather.com/es-ES/espana/tiempo/news/2017-12-10-higrometro-humedad-temperatura>
- Tolmate. (2022). *Recolector de aceites usados* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=RECOLECTOR+DE+ACEITES+USADOS&sxsrf=A-LiCzsa5RG1h0VTLIC8laUMv-2wCpBGdSA:1666714377914&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiJ47_
- Tramontina. (2021). Calibrador Vernier capacidad 200 mm - 8” Tramontina PRO. *Tramontina*. <https://www.tramontina.com.br/es/p/44540002-512-calibrador-vernier-capacidad-200-mm-8-tramontina-pro>
- Trotec Blog. (2022). *Aplicación del sonómetro* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+del+sonometro&tbm=isch&ved=2ahUKEwiJr8_hwZj8AhX_wikDHbBWDKkQ2-cCegQIABAA&oq=aplicaci%C3%B3n+del+sonometro&gs_lcp=
- Uso. (2019). *Aplicación con el calibrador* - *Búsqueda de Google*. https://www.google.com/search?q=aplicaci%C3%B3n+con+el+calibrador&tbm=isch&ved=2ahUKEwjVjYfTl5n8AhVEJd8KHXY3DEAQ2-cCegQIABAA&gs_livs=1&oq=calibradores+con+reloj&gs_lcp=
- Velasco. (2022). Multímetro analógico. *Velasco. Sonido y Electrónica*. <http://www.velasco.com.ec/velasco/producto.php?id=1206>
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., y Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 21(1), 125–138. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>
- Vianey, I. A., Guerrero, B., Diego, I., Bustos, A., Ferney, S. I. H., y Cabezas, M. (2020). *Desarrollo de un procedimiento de mantenimiento y calibración para el equipo de referencia sonómetro Larson Davis 831c del laboratorio Auditek SAS*. Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2653>

- Voltímetro. (2019). *Voltímetro - Búsqueda de Google*. <https://www.google.com/search?q=voltimetro&tbm=isch&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj6lM-GE-5j8AhUUad8KHW2xBdQQrNwCKAB6BQgBEN8C&biw=1519&bih=754#imgrc=QOyjuho-38YnrM>
- Voltímetro. (2022). *Voltímetro. Qué es, para que sirve, como funciona y partes*. <https://como-funciona.co/un-voltimetro/>
- Walmart. (20219). Higrómetro digital, termómetro medidor de temperatura y humedad interior, mwdidor de monitor Abanopi Higrómetro. *Walmart en línea*. https://www.walmart.com.mx/ferreteria/herramientas-manuales/nivelacion-y-medicion/higrometro-digital-termometro-medidor-de-temperatura-y-humedad-interior-medidor-de-monitor-abanopi-higrometro_00075541712784
- Xnomind. (2019). Rugosímetro, ¿Qué es y cuál elegir de forma correcta? *Materiales para laboratorio*. <https://www.materialdelaboratorio.top/rugosimetro/>
- Zerón, E. M., y Fuentes, V. M. (2014). *Dispositivo calibrador de cámaras termográficas*. https://www.academia.edu/37324058/Dispositivo_calibrador_de_c%C3%A1maras_termogr%C3%A1ficas
- Ztech. (2022). *Amazon.com: Ztech - Kit reposicionador de pistones de freno con rosca 22 piezas para sustitución de pastillas de freno: Automotriz*. <https://www.amazon.com/-/es/Ztech-reposicionador-pistones-sustituci%C3%B3n-pastillas/dp/B071CTHX1M>

El presente libro tiene como objetivo aportar conocimiento a los estudiantes de Ingeniería Automotriz. Está dividido en tres capítulos, los cuales se detallan a continuación. El capítulo I está enfocado en la gestión de mantenimiento, tipos, objetivos, tareas, síntomas y etapas del mantenimiento; se diseña la técnica metodológica de EMBER basada en experiencia, metodologías, bitácoras, estrategias y razonamiento. La cual es una combinación de información establecida en estilos que garantizan un correcto procedimiento de mantenimiento. En el capítulo II abordamos los equipos que se utilizarán para realizar un adecuado mantenimiento, tales como: Sonómetro, Rugosímetro, Vacuómetro, Tacómetro, Acelerómetro, Luxómetro, Densímetro, Higrómetro, Frecuencímetro, Manómetro, Galvanómetro, Amperímetro, Voltímetro, Multímetro, Telurómetro, Cámara Termográfica, Scanner y Calibrador. Todos estos equipos sirven para efectuar un correcto diagnóstico en el sector industrial - automotriz. En el Capítulo III detallamos los equipos de diagnóstico, medición y herramientas utilizados en los talleres automotrices, además hablaremos de terminología mecánica que utilizan los ingenieros.

EMBER GEOVANNY ZUMBA NOVAY, Ecuatoriano, nacido en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo el 03 de abril de 1986, Ingeniero de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ingeniero en Administración y Producción Industrial en la Universidad Interamericana del Ecuador, Magíster en Diseño Industrial y de Procesos en la Universidad Particular SEK, Magíster en Educación, Tecnología e Innovación en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi UPEC, Analista Hidrosanitario y Jefe de Mantenimiento del Distrito de Salud 21DD04 2018 – 2019. Autor de los libros: «Lágrimas del Corazón», «Mantenimiento de Equipos Médicos», «Equipos de Medición y Calibración Mecánica -Zumba». Autor de los artículos 1.- Desarrollo de competencias digitales en la educación superior a través de entornos virtuales. 2.- Technological Developments in the Intelligent Transportation System. 3.- Las herramientas tecnológicas en el desarrollo de habilidades y destrezas en la asignatura de Emprendimiento y Gestión. 4.- Optimization of the manufacturing process by 3D printing of the glass lift handle in Chevrolet Aveo Family. 5.- Alternative Material for the plastic injection molding of the Kia Rio's ventilation grille. 6.- Alternatives for strengthening virtual education based on information and communication technologies. 7.- Desarrollo de competencias digitales para docentes de la modalidad virtual en Educación Superior. 8.- DIFFERENTIAL EQUATIONS AND MATHEMATICAL MODELS: AN EDUCATIONAL 9.- El aula como espacio de negociación - conflicto y los estilos de aprendizaje en alumnos de Educación Básica.10.- Guía multimedia APK y su incidencia en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes de educación general básica media durante el periodo de teletrabajo por emergencia sanitaria. 11.- Entornos para el aprendizaje de la Matemática aplicada en niños de Educación Básica Elemental. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Mecánica.

CARMEN JHULIANA PENA ROBLES, Ecuatoriana, nacida en la ciudad de Loja provincia de Loja el 12 de octubre de 1986, Ingeniera en Contabilidad y Auditoría en la Universidad Nacional de Loja, Magister en Pedagogía Universidad Indoamérica Ambato, Jefe de Crédito Cooperativa de Ahorro y Crédito Pacífico Loja, Docente Unidad Educativa Jean Piaget, Docente Unidad Educativa Amelia Gallegos, Docente Unidad Educativa Juan de Velasco, Docente Unidad Educativa Simón Rodríguez, Docente Unidad Educativa Fernando Daquilema.

ISBN: 978-9942-44-986-3



9 789942 449863