



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Desarrollo de un módulo didáctico para medición y análisis de torques en ejes y motores eléctricos.

Autores:

Antonio Chica Zambrano

Tutor(a)

Ing. Reinaldo Moreira, Mag.

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio.

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica.

El Carmen, Agosto de 2026.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante CHICA ZAMBRANO ANTONIO MICHAEL, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2026(1), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Desarrollo de un módulo didáctico para medición y análisis de torque en ejes y motores eléctricos".

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 24 de julio de 2026.

Lo certifico,

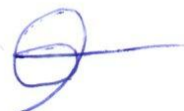

 Ing. Reinaldo Moreira, Mag.
Docente Tutor

Área: Tecnología Superior en Electromecánica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Estudiante(s) de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Desarrollo de un módulo didáctico para medición y análisis de torques en ejes y motores eléctricos", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Antonio Chica Zambrano

El Carmen, Agosto de 2026



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: **"Desarrollo de un módulo didáctico para medición y análisis de torques en ejes y motores eléctricos"** de su(s) autor(es): Antonio Chica Zambrano de la Carrera **"Tecnología Superior en Electromecánica"**, y como Tutor(a) del Trabajo el Ing. Reinaldo Moreira, Mag.

El Carmen, Agosto de 2026



Ing. Bladimir Mora, Mag.
Presidente de Tribunal



Ing. Fernando López, Mag.
Primer Miembro de Tribunal



Ing. César Sinchiguano, Mag.
Segundo Miembro de Tribunal



Ing. Reinaldo Moreira, Mag.
Tutor

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por ser quien guio mi camino para poder llegar donde estoy, agradezco infinitamente a mis papás por ser un pilar muy importante en mi vida ya que ellos me han apoyado para que pueda lograr este propósito en mi trayectoria profesional, también a mi tutor que por su ayuda y dedicación hay logrado llevar cautelosamente la guía correspondiente en este proceso.

Antonio Chica Zambrano

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado especialmente a mis padres, Jaminton Chica y Mercedes Zambrano quienes me han estado apoyando en este camino largo para formarme de manera profesional, también se lo dedico a mis hermanos por su ayuda y comprensión.

Antonio Chica Zambrano

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar y desarrollar un módulo didáctico para la medición de torques en ejes y motores eléctricos, destinado al laboratorio de Electromecánica, extensión El Carmen. El sistema se basa en un dinamómetro de banda (Brake Belt Dynamometer) de bajo costo, construido sobre una estructura metálica con un motor trifásico de 1 HP como elemento de ensayo. Para la adquisición de datos se emplea un microcontrolador ESP32, un sensor de velocidad y una pantalla LCD para la visualización de las variables en tiempo real. El módulo permite determinar el torque, la velocidad de rotación y la potencia mecánica del motor, facilitando el análisis de su desempeño bajo diferentes condiciones de carga.

PALABRAS CLAVE

Dinamómetro de banda, torque, ESP32, motores eléctricos, módulo didáctico.

ABSTRACT

This research aims to design and develop an educational module for measuring torque in shafts and electric motors, intended for the Electromechanics laboratory at the El Carmen extension. The system is based on a low-cost belt brake dynamometer constructed on a metal frame, utilizing a 1 HP three-phase motor as the test unit. Data acquisition is handled by an ESP32 microcontroller, a speed sensor, and an LCD screen for real-time variable display. The module enables the determination of the motor's torque, rotational speed, and mechanical power, facilitating performance analysis under various load conditions.

KEYWORDS

Brake Belt Dynamometer, torque measurement, ESP32, electric motors, didactic module.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	2
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	4
DEDICATORIA	5
RESUMEN.....	6
PALABRAS CLAVE	6
ABSTRACT	7
KEYWORDS.....	7
INTRODUCCIÓN	11
Descripción de la necesidad identificada.	11
Justificación de la implementación.....	11
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.	12
Alcance de la implementación.	12
DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN	13
Descripción técnica de la solución implementada.	13
Procedimiento de ejecución.....	13
Recursos utilizados.	14
Diagramas, planos, esquemas, diseños o configuraciones aplicadas	15
Equipos, materiales y herramientas empleadas.	15
Cronograma ejecutado.	16
Presupuesto ejecutado.....	16
RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	17
Evidencias de ejecución.	17
Resultados obtenidos.....	18
Verificación de funcionamiento.....	18

Comparación entre la situación inicial y la situación final.	19
Beneficios e impacto generado.....	19
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20
Conclusiones.....	20
Recomendaciones.....	20
ANEXOS	21

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Diagrama de circuitos del dinamómetro.	15
Figura 2. Dinamómetro terminado.	21

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Cronograma de actividades realizadas.	16
Tabla 2. Presupuesto utilizado en el desarrollo del proyecto.	16
Tabla 3. Comparación antes y después de la realización del proyecto.	19

INTRODUCCIÓN

Descripción de la necesidad identificada.

En el Laboratorio de Electromecánica, extensión El Carmen se identificó la necesidad de disponer de un equipo didáctico que permita medir y analizar el torque desarrollado por motores eléctricos durante su funcionamiento. La ausencia de este tipo de módulo limita la realización de prácticas relacionadas con el comportamiento mecánico de los motores, dificultando la comprensión de la relación entre torque, velocidad y potencia.

Si bien existen dinamómetros comerciales para estas aplicaciones, su costo resulta elevado para fines exclusivamente didácticos, lo que restringe su disponibilidad en laboratorios académicos. Por esta razón, se planteó el desarrollo de un módulo de medición de torque que sea funcional, de menor costo y adecuado para la realización de prácticas de laboratorio.

La implementación de este módulo permite que los estudiantes realicen prácticas experimentales con motores eléctricos, obtengan mediciones en tiempo real y relacionen los conceptos teóricos con resultados obtenidos directamente en el laboratorio.

Justificación de la implementación.

La implementación del módulo didáctico de medición y análisis de torque responde a la necesidad de fortalecer las prácticas del Laboratorio de Electromecánica mediante un equipo que facilite la evaluación del desempeño de motores eléctricos. El módulo permite obtener datos de torque y velocidad de forma práctica, favoreciendo la comprensión de los principios de funcionamiento y el análisis de las variables mecánicas involucradas.

Además, el desarrollo de un dinamómetro de banda representa una alternativa de menor costo en comparación con equipos comerciales, lo que demuestra la viabilidad de construir herramientas didácticas utilizando tecnologías de fácil acceso, como el ESP32 y sensores electrónicos. De esta manera, se contribuye a mejorar los recursos

disponibles para la formación práctica de los estudiantes de Tecnología Superior en Electromecánica.

Objetivo general.

Desarrollar un módulo didáctico para la medición del torque en ejes y motores eléctricos mediante la implementación de un dinamómetro de banda con adquisición y visualización de datos en tiempo real.

Objetivos específicos.

1. Diseñar y construir un dinamómetro de banda para la medición del torque en motores eléctricos de uso didáctico.
2. Implementar un sistema de adquisición y visualización de datos utilizando un microcontrolador, sensores y transductores, para obtener los valores de velocidad y torque.
3. Verificar el funcionamiento del módulo mediante pruebas con un motor trifásico de 1 HP

Alcance de la implementación.

La implementación comprende el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un módulo didáctico para la medición y análisis de torque en motores eléctricos. El sistema incorpora una celda de carga para la medición de la fuerza aplicada, un sensor esconder óptico para la detección de la velocidad del eje.

El módulo fue implementado en el Laboratorio de Electromecánica, extensión El Carmen y validado mediante pruebas de funcionamiento con motores de 1 HP. El presente trabajo se limita al desarrollo, implementación y verificación del equipo con fines didácticos, sin contemplar procesos de certificación o calibración bajo normas metrológicas.

DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN

Descripción técnica de la solución implementada.

La solución implementada consiste en un módulo didáctico para la medición y análisis de torque en ejes y motores. El sistema está conformado por una estructura metálica que soporta un disco de frenado, una banda de fricción, un eje con rodamientos y una celda de carga encargada de medir la fuerza ejercida por el sistema de frenado.

La velocidad de giro del eje se obtiene mediante un sensor esconder óptico, mientras que el procesamiento de las señales es realizado por un microcontrolador ESP32, programado en Arduino IDE. A partir de la fuerza medida por la celda de carga y del radio efectivo del freno, el sistema calcula el torque desarrollado por el motor. Con los valores de torque y velocidad, también determina la potencia mecánica entregada por el motor.

Los valores de torque, velocidad y potencia se muestran en tiempo real en una pantalla LCD, permitiendo al usuario monitorear el comportamiento del motor durante las prácticas de laboratorio. El módulo fue diseñado para facilitar el aprendizaje de los principios de funcionamiento y evaluación del desempeño de motores eléctricos mediante mediciones directas y de fácil interpretación.

Procedimiento de ejecución.

La implementación se inició con el diseño del dinamómetro de banda y la selección de los componentes mecánicos y electrónicos requeridos para el sistema. Posteriormente, se fabricó la estructura de soporte y se realizó el montaje del disco de frenado, la banda, el eje y los rodamientos.

Una vez ensamblada la parte mecánica, se instalaron la celda de carga y el sensor Encoder óptico para la adquisición de las variables de fuerza y velocidad. Posteriormente, se desarrolló la programación del ESP32 en Arduino IDE para el procesamiento de las señales, el cálculo del torque y la potencia, y la visualización de los resultados en una pantalla LCD.

Finalmente, se realizaron pruebas de funcionamiento con un motor trifásico de 1 HP en el Laboratorio de Electromecánica, extensión El Carmen, verificando el correcto funcionamiento del sistema y la visualización de las variables medidas en tiempo real.

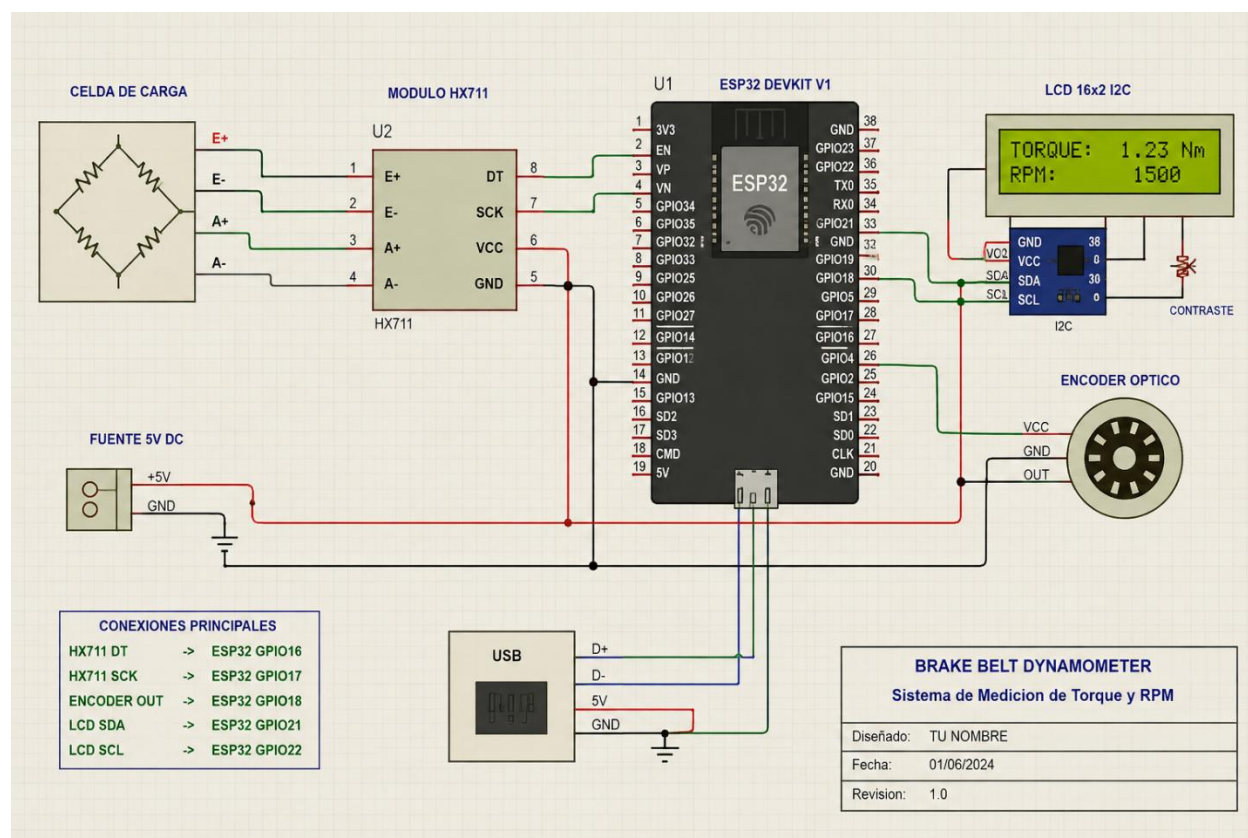
Recursos utilizados.

Para el desarrollo del módulo didáctico se utilizaron recursos humanos, materiales y tecnológicos. La implementación fue realizada por el estudiante responsable del proyecto con el acompañamiento del tutor académico y utilizando las instalaciones del Laboratorio de Electromecánica.

Entre los recursos tecnológicos se emplearon un microcontrolador ESP32, una pantalla LCD, una celda de carga, un sensor esconder óptico y el software Arduino IDE para la programación del sistema. En cuanto a los recursos mecánicos, se utilizaron una estructura metálica, un disco de frenado, una banda, un eje y rodamientos para la construcción del dinamómetro.

Diagramas, planos, esquemas, diseños o configuraciones aplicadas

Figura 1. Diagrama de circuitos del dinamómetro.



Equipos, materiales y herramientas empleadas.

Para la implementación del módulo didáctico se emplearon los siguientes recursos:

- Equipos: motor trifásico de 1 HP, computadora para programación y pruebas.
- Materiales: ESP32, pantalla LCD, celda de carga, sensor Encoder óptico, estructura metálica, módulo HX711, disco de frenado, banda, eje, rodamientos, cableado, fuente de alimentación y elementos de fijación.

- Herramientas: taladro, esmeril angular, equipo de soldadura, llaves de ajuste, destornilladores, multímetro e instrumentos de medición mecánica para el montaje y verificación del sistema.

Cronograma ejecutado.

Tabla 1. Cronograma de actividades realizadas.

Actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Planificación y diseño del módulo	X	X													
Adquisición de materiales y componentes			X	X											
Fabricación y ensamblaje del dinamómetro					X	X	X	X	X						
Instalación y programación del ESP32									X	X	X				
Pruebas de funcionamiento y ajustes												X	X		
Validación y elaboración del informe técnico														X	X

Período de ejecución: del 6 de abril al 20 de julio.

Presupuesto ejecutado

Tabla 2. Presupuesto utilizado en el desarrollo del proyecto.

Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Subtotal (USD)
ESP32	1	12,00	12,00
Módulo HX711	1	5,00	5,00
Pantalla LCD	1	8,00	8,00
Celda de carga	1	25,00	25,00
Sensor Encoder óptico	1	8,00	8,00

Disco de frenado	1	45,00	45,00
Banda de freno	1	20,00	20,00
Eje y rodamientos	1	40,00	40,00
Material para estructura metálica	1	65,00	65,00
Cableado, conectores y elementos de fijación	1	18,00	18,00
Fuente de alimentación	1	20,00	20,00
Materiales de soldadura y consumibles	1	25,00	25,00
Total aproximado			291,00

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Evidencias de ejecución.

Como evidencia de la ejecución se presenta el dinamómetro de banda terminado, integrado sobre una estructura metálica que soporta el motor eléctrico y el conjunto mecánico de ensayo. En la fotografía final se observa el acoplamiento entre el motor y el eje, así como el disco y la banda empleados para aplicar resistencia al movimiento de rotación.

El módulo incorpora un mecanismo de ajuste que permite modificar la presión ejercida por la banda sobre el disco de frenado. Esta configuración hace posible aplicar una carga resistente al eje durante la operación del motor. También se observa el gabinete destinado al sistema electrónico y a la visualización de las variables obtenidas durante las pruebas.

El diagrama de circuitos presenta la configuración utilizada para adquirir y procesar las señales del módulo. En este esquema se representa la conexión de la celda de carga con el acondicionador de señal, el ESP32, el sistema de medición de velocidad y la pantalla de visualización.

La fotografía del equipo terminado y el diagrama permiten comprobar la integración del conjunto mecánico con el sistema de adquisición y visualización de datos. Las pruebas efectuadas sobre el acoplamiento, el mecanismo de frenado y los elementos de medición se presentan en la subsección de verificación de funcionamiento.

Resultados obtenidos.

Como resultado de la implementación, se obtuvo un módulo didáctico funcional para la medición y análisis de torque en ejes y motores eléctricos, basado en un dinamómetro de banda. El sistema permitió medir la velocidad del eje mediante un sensor Encoder óptico y determinar el torque a partir de la fuerza registrada por la celda de carga y el radio efectivo del freno.

El ESP32 procesó la información adquirida y realizó el cálculo del torque y la potencia mecánica, mostrando los resultados en tiempo real en una pantalla LCD. Durante las pruebas realizadas con un motor trifásico de 1 HP, el módulo respondió de manera estable y permitió obtener las variables necesarias para el análisis del desempeño de los motores en condiciones de carga.

Los resultados obtenidos demuestran que el módulo cumple con el propósito de servir como una herramienta didáctica para las prácticas del Laboratorio de Electromecánica, facilitando la comprensión de la relación entre torque, velocidad y potencia.

Verificación de funcionamiento.

Una vez concluido el montaje, se realizaron comprobaciones generales del conjunto mecánico y del sistema de adquisición de datos. La revisión comprendió la inspección del acoplamiento entre el motor y el eje, la aplicación de carga mediante el sistema de frenado por banda y la respuesta de los elementos utilizados para medir fuerza y velocidad.

Durante las pruebas se observó la variación de la lectura de la celda de carga al ajustar la banda de frenado. También se verificó que el dispositivo instalado para medir la velocidad detectara el movimiento del eje y enviara la señal correspondiente al sistema

de procesamiento. Finalmente, se comprobó que la pantalla presentara las variables generadas por el módulo durante su operación.

Comparación entre la situación inicial y la situación final.

Tabla 3. Comparación antes y después de la realización del proyecto.

Situación inicial	Situación final
El laboratorio no disponía de un módulo para medir y analizar el torque de motores eléctricos.	Se implementó un módulo didáctico basado en un dinamómetro de banda para la medición y análisis de torque.
Las prácticas se enfocaban principalmente en conceptos teóricos.	Las prácticas permiten obtener mediciones reales de torque, velocidad y potencia durante el funcionamiento del motor.
No era posible visualizar las variables mecánicas del motor en tiempo real.	El sistema muestra en una pantalla LCD los valores de torque, velocidad y potencia en tiempo real.
No existía un equipo didáctico de bajo costo para este tipo de prácticas.	Se dispone de un equipo funcional desarrollado con componentes de bajo costo y de fácil mantenimiento para uso en el laboratorio.

Beneficios e impacto generado.

La implementación del módulo proporciona un recurso para realizar prácticas relacionadas con la medición de torque y velocidad en motores eléctricos. Su configuración permite aplicar carga resistente al eje y observar las variables procesadas por el sistema durante la operación del motor.

Asimismo, el desarrollo del dinamómetro de banda demuestra que es posible implementar equipos didácticos funcionales utilizando componentes de bajo costo y de fácil adquisición, contribuyendo a ampliar los recursos disponibles para las prácticas de laboratorio y beneficiando a los futuros estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

- Se diseñó y construyó un dinamómetro de banda integrado por una estructura metálica, un eje con rodamientos, un disco de frenado y una banda ajustable. El conjunto permitió acoplar el motor eléctrico y aplicar una carga resistente sobre el eje, cumpliendo con la configuración mecánica prevista para la medición de torque durante las prácticas de laboratorio.
- La integración del ESP32, la celda de carga, el sensor Encoder óptico y la pantalla LCD permitió adquirir, procesar y visualizar en tiempo real los valores de torque, velocidad y potencia, facilitando el análisis del desempeño de los motores eléctricos.
- Se verificó el funcionamiento del módulo mediante pruebas con un motor trifásico de 1 HP, comprobando la transmisión de movimiento por el acoplamiento, la aplicación de carga mediante el sistema de frenado, la respuesta de la celda de carga, la detección de velocidad y la visualización de las variables en la pantalla. Estas comprobaciones confirmaron la operación funcional del dinamómetro para su utilización en prácticas de laboratorio.

Recomendaciones.

- Durante el uso del dinamómetro puede presentarse variación en la lectura de fuerza debido al comportamiento de la banda a bajas velocidades. Se recomienda evaluar la aplicación de un filtro digital cuando las pruebas evidencien oscilaciones que afecten la lectura.
- Verificar periódicamente el estado de la celda de carga y del sensor Encoder óptico para asegurar mediciones confiables durante las prácticas de laboratorio.
- Incorporar en futuras mejoras un sistema de adquisición y almacenamiento de datos en una computadora o memoria externa, con el fin de facilitar el registro y análisis de los resultados obtenidos en las prácticas.

ANEXOS

Figura 2. Dinamómetro terminado.





Chica verFinal

ID : 5e8771c8da121a32002f197b2fc9913dd7d77cb3



15%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : Chica verFinal.txt
Tamaño del archivo original : 1,65 MB
Número de palabras : 3068

Depositante : REINALDO CARLOS MOREIRA ZAMBRANO
Fecha de depósito : 5 de agosto de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 5 de agosto de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

7%



Detección de IA

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.

35%



Idiomas no reconocidos

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.

9%



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Textos entre comillas

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

2%

Similitudes

7%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	 Tutorados G4_29-07_revisado 887b1e8 Viene de de mi grupo	5%	
2	 repositorio.uleam.edu.ec repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7528/1/ULEAM-ELECTM-0... ↗	4%	
3	 EM-2024-2-01 8b6d479 Viene de de mi grupo	4%	


06-06-2026