Desarrollo De Un Sensor De Turbidez Mediante Instrumentación Virtual Para El Análisis De Aceites Lubricantes

Elias Ali Alvarez
Carrera de Ingeniería en Sistemas Electrónicos, Escuela Militar de Ingeniera
La Paz, Bolivia
ealia@doc.emi.edu.bo

Development of a Turbidity Sensor through Virtual Instrumentation for the Analysis of Lubricating Oil

Resumen - El presente artículo, tiene como propósito mostrar el diseño e implementación de un sensor de turbidez, el cual fue desarrollado con tecnología abierta y de bajo costo.

El sensor de turbidez se construyó empleando tecnología de bajo costo, con componentes electrónicos accesibles, fotorresistencias, Leds, una placa Arduino MEGA2560 para el procesamiento de datos y una impresora 3D para construir la porta tubos.

El dispositivo consta de dos Led emisor de luz de alto brillo transmisores y dos fotorresistencias receptoras dispuestos a 90o para obtener los resultados requeridos.

La aplicabilidad de este equipo va dirigida al análisis de aceites lubricantes, estos líquidos presentan solidos suspendidos debido al tiempo de operación y el uso del motor de combustión interna, lo cual hace que los parámetros de transmitancia y absorbancia varíen.

Finalmente, se presentan las pruebas y resultados que se obtuvieron, al utilizar este sensor de turbidez en el análisis de aceites lubricantes.

Palabras Claves— Absorbancia, Análisis de aceites lubricantes, turbidez, transmitancia.

Abstract - The purpose of this article is to show the design and implementation of a turbidity sensor, which was developed with open and low-cost technology.

The turbidity sensor was built using low-cost technology, with accessible electronic components, photoresists, LEDs, an Arduino MEGA2560 board for data processing, and a 3D printer to build the tube holder.

The device consists of two high-brightness transmitting LEDs and two receiving photoresistors arranged at 90o to obtain the required results.

The applicability of this equipment is aimed at the analysis of lubricating oils, these liquids present suspended solids due to the time of operation and the use of the internal combustion engine, which causes the transmittance and absorbance parameters to vary.

Finally, the tests and results obtained by using this turbidity sensor in the analysis of lubricating oils are presented.

Keywords— Absorbance, analysis of lubricating oils, turbidity, transmittance.

I. INTRODUCCION

Debido a los costos elevados de equipos de laboratorio, en los últimos años ha progresado la tendencia de la filosofía open-source, empleando plataformas abiertas basadas en Arduino [1], así como software libre para su implementación y diseñadas para la experimentación remota dentro de estos laboratorios.

Esta filosofía open-source esta basada mayormente en tres aspectos importantes: software libre, impresoras 3D y hardware de bajo costo que son los tres pilares fundamentales para el desarrollo de un equipo científico de laboratorio de bajo costo.

Las ventajas de este tipo de tecnologías son: equipos que se adapten a las necesidades, reducir la dependencia tecnológica, fomento de la industria local, costos reducidos entre otras ventajas. La tendencia en el uso de estos equipos se ha incrementado a tal punto que existe software comercial como Labview que ha incluido librerías para trabajar con placas Arduino.

II. TURBIDEZ

Se entiende por turbidez la relación que tienen los líquidos con la perdida de transparencia. La turbidez no tiene que ver con el color de la muestra, sino que está relacionada con las partículas en suspensión o material coloidal que se encuentra dentro de la muestra.

Se define como turbiedad a la reducción de la transparencia de un líquido causada por la presencia de material no disuelto. Antiguamente se empleaba el turbidímetro de vela de Jackson, sin embargo este tipo de instrumento era muy subjetivo, ya que dependía del ojo del observador, por ello los resultados eran poco exactos e imprecisos, por lo cual este método como otros similares pierden veracidad por su falta de precisión y exactitud en las mediciones, requiriendo ya en era digital sensores mucho más precisos y exactos, de esta manera se desarrollaron turbidímetros digitales con sensores de precisión y exactitud variables. [2]

El sensor de turbidez de bajo costo supone una gran herramienta a la hora de evaluar dos aspectos fundamentales que son la transmitancia y la absorbancia del aceite lubricante.

III. TRANSMITANCIA Y ABSORBANCIA

La transmitancia se define como la cantidad de energía que atraviesa un cuerpo en determinada cantidad de tiempo.

La transmitancia óptica se refiere a la cantidad de luz que atraviesa un cuerpo, en una determinada longitud de onda. Cuando un haz de luz incide sobre un cuerpo traslucido, una parte de esa luz es absorbida por el mismo, y otra fracción de ese haz de luz atravesara el cuerpo, según su transmitancia. El valor de la transmitancia óptica de un objeto se puede determinar según la siguiente expresión:

$$T = \frac{I}{I_0}$$

ecuación 1 Transmitancia

I es la cantidad de luz transmitida por la muestra e Io es la cantidad total de luz incidente.

En el presente articulo la transmitancia se expresa en porcentaje, según la formula:

$$T\% = \frac{I}{I_0} \cdot 100\%$$

ecuación 2 Transmitancia en porcentaje

Cuando un haz de luz incide sobre un cuerpo traslucido, una parte de esta luz es absorbida por el cuerpo, y el haz de luz restante atraviesa dicho cuerpo. A mayor cantidad de luz absorbida, mayor será la absorbancia del cuerpo, y menor cantidad de luz será transmitida por dicho cuerpo. Como se ve, la absorbancia y la transmitancia son dos aspectos del mismo fenómeno. La absorbancia, a una determinada longitud de onda lambda, se define como:

$$A = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

ecuación 3 Absorbancia

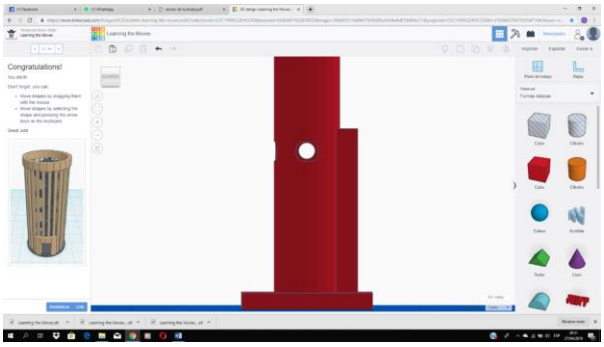
Donde I es la intensidad de la luz que pasa por la muestra (luz transmitida) e Io es la intensidad de la luz incidente.

Para medir esta absorbancia, se hace incidir un haz de luz con determinada intensidad y longitud de onda, sobre la solución, y se mide la luz transmitida al otro lado de la cubeta que contiene dicha solución. Estas técnicas están comprendidas en el área de la espectrofotometría. [3]

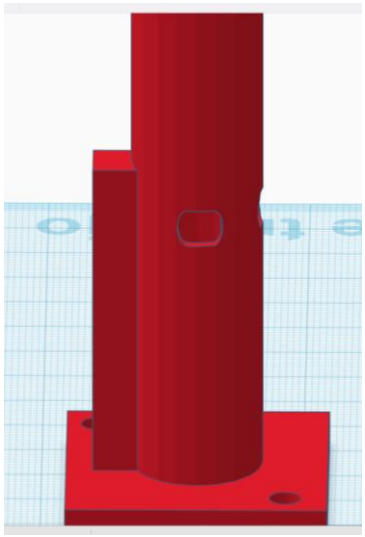
IV. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

A continuación, se detalla el diseño e implementación del sensor de turbidez. Iniciaremos con el diseño de la porta tubos el cual fue realizado en Tinkercad Create 3D digital designs with online CAD.

Se muestra el diseño del porta tubos desde varios ángulos, donde se puede observar los orificios para los Leds y las fotorresistencias.



Fígura 1 diseño del porta tubos fase 1



Fígura 2 diseño del porta tubos fase 2

Fígura 3 diseño del porta tubos fase 3

Seguidamente fue implementado para ello se utilizó una impresora 3D, el resultado después de dos pruebas fue el siguiente:

Fígura 3 porta tubos impresión 3D

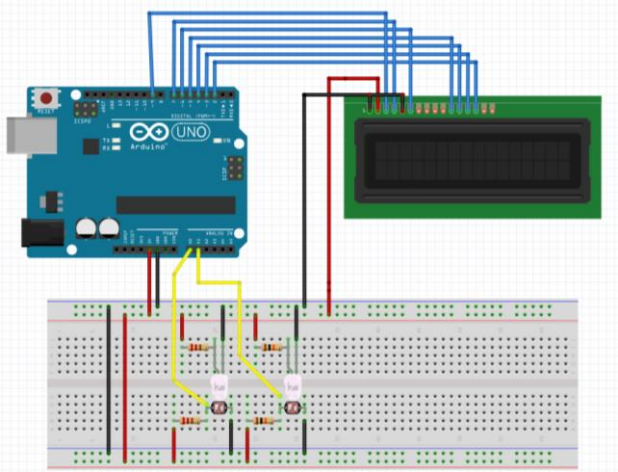
Seguidamente se procedió a pintarla de color negro para que la luz emitida por los diodos Leds no se disperse.

Fígura 4 Acabado final del porta tubos

Posteriormente se procedió a la instalación de las fotorresistencias y los diodos leds.

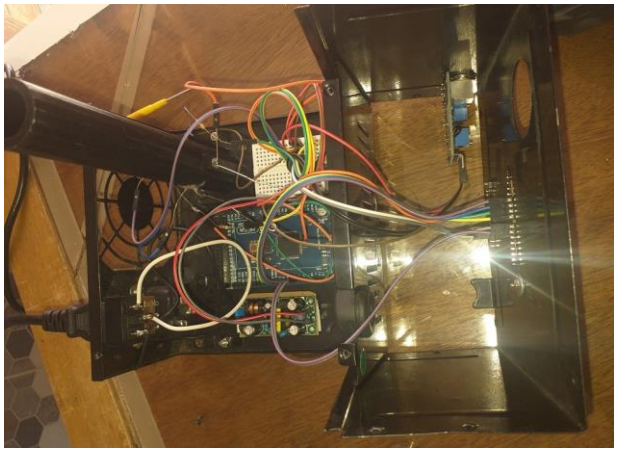
Fígura 6 Instalación de sensores en el porta tubos

A continuación, se muestra el circuito electrónico que se implementado.



Fígura 5 Circuito sensor de turbidez

El circuito que se observa en la figura 8, indica el sistema de conexiones tanto a los Leds, sensores y el LCD. Así como las conexiones a las entradas y salidas analógicas y/o digitales y la alimentación en la que se utiliza una fuente de 5V.



Fígura 6 Circuito electrónico implementado

Después de realizada la simulación e implementación del circuito se procedió a ubicar todos los elementos en una caja rígida. En este se puede observar el LCD donde se visualizaran los resultados de las medidas de transmitancia y absorbancia.

Fígura 7 Equipo final

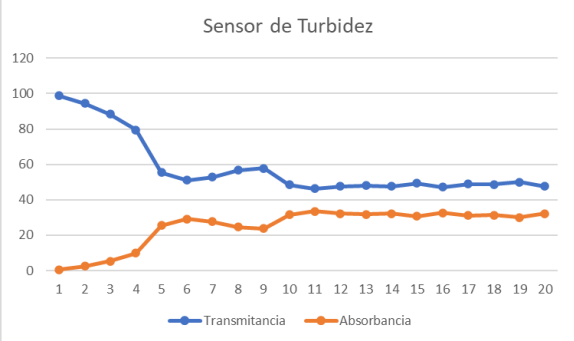
V. RESULTADOS

Se realizaron las medidas de transmitancia y absorbancia, de 20 muestras de aceite lubricante, las cuales fueron tomadas en el transcurso de un mes.

nro	Transmitancia	Absorbancia
1	98.75	0.55
2	94.46	2.48
3	88.31	5.4
4	79.57	9.93
5	55.49	25.58
6	51.05	29.2
7	52.85	27.69
8	56.74	24.61
9	57.74	23.85
10	48.45	31.47
11	46.35	33.4
12	47.55	32.28
13	48.05	31.83
14	47.65	32.19
15	49.25	30.76
16	47.1	32.7
17	48.95	31.02
18	48.6	31.34
19	50.05	30.06
20	47.65	32.19

Tabla 1 Datos de transmitancia y absorbancia

En el siguiente grafico se puede observar que la transmitancia es decreciente en función del tiempo y la absorbancia es creciente en función del tiempo esto debido a las partículas en suspensión que posee el aceite lubricante.



Fígura 8 Transmitancia y Absorbancia

VI. CONCLUSIONES

Concluimos que la implementación del sensor de turbidez es de gran utilidad en el análisis de aceites lubricantes, ya que nos permite determinar la transmitancia y absorbancia del aceite lubricante, que son dos parámetros muy importantes en dicho análisis.

La implementación del sensor de turbidez con tecnología open-source reduce enormemente los costos de instrumentación de laboratorio, ya que fue desarrollado con plataformas abiertas basadas en Arduino y software libre para su implementación.

REFERENCES

[1] Arduino, «que es Arduino?,» Arduino, 20 05 2022. [En línea]. Available: www.arduino.cc.

[2] I. 7027, «Calidad del agua: Determinacion de la turbiedad,» 1999.

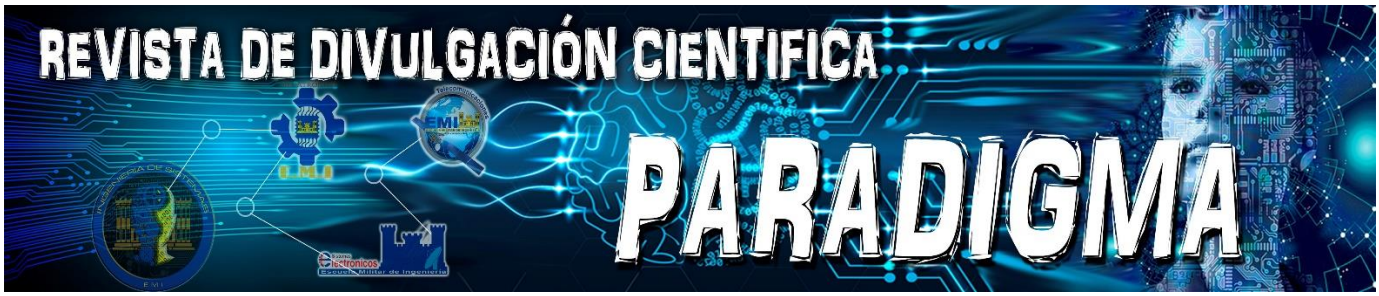
[3] I. &. M. M. Paz Antolín, « Aplicación de la espectrofotometría UV-visible al estudio de la estabilidad térmica de aceites vegetales comestibles. Grasas y aceites.,» vol. 51, pp. 424-428, 2000.

Biografía del Autor

ELIAS ALI ALVAREZ, Egresado y titulado de la Maestría en Gestión del Mantenimiento UMSA, Licenciado en Electrónica y telecomunicaciones UMSA, Ingeniero de Sistemas USB.

El es catedrático de la Escuela Militar De Ingeniería, Universidad Mayor De San Andrés, Universidad Pública De El Alto.

Sistemas
electrónicos
ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA


REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTIFICA
PARADIGMA