

# Implementación de un sensor con LabView y la Ley de Malus

Gómez Arias, Andrés

Nellen Mondragón, Stefan Daniel

5 de septiembre de 2018

## Resumen

Se implementa un sensor de intensidad de luz con una fotoresistencia, un arduino y la programación en LabView para la comprobación de la Ley de Malus. Se logra implementar dicho arreglo y se recolecta un conjunto de datos con un comportamiento atribuible a dicha Ley; pero los ajustes no permiten concluir satisfactoriamente que la Ley describe completamente el fenómeno.

## 1. Introducción

El programa creado en LabView permite recopilar mediciones de voltaje de una fotoresistencia conectada a un arduino para guardarlas en un archivo de datos y mostrarlas en la interfaz del programa con una gráfica. (Figura 1)

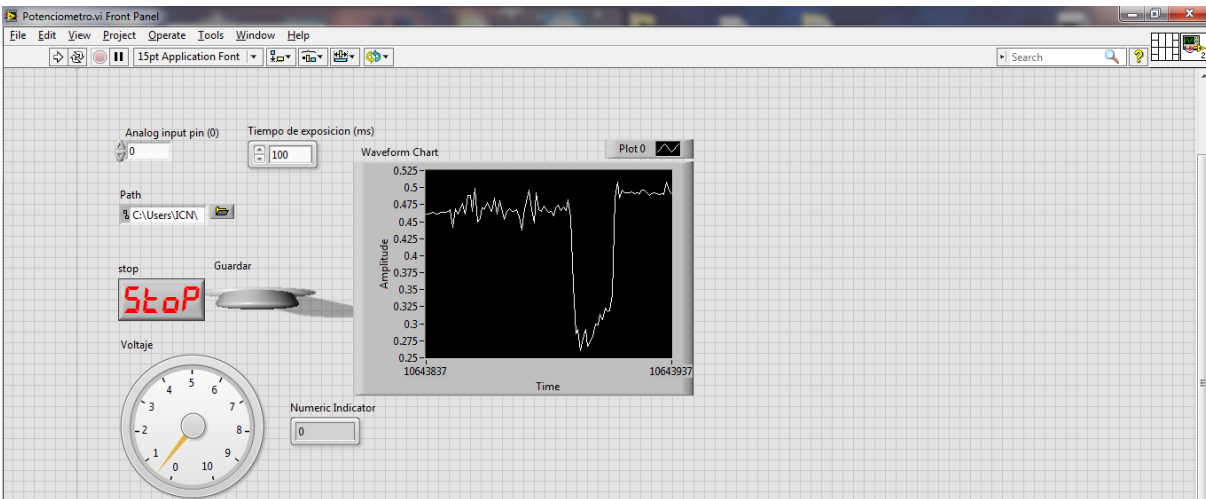


Figura 1: Front Panel o interfaz del programa

El funcionamiento del programa es directo. Una vez que se corre, éste se mantiene en un while que recopila datos hasta que se presione el botón de Stop. Ésto lo hace usando las funciones que tiene LabView para arduinos: Initialize, Read y Close. Al Activar la primera con el puerto en el que está conectado el arduino, uno accede a los datos que éste adquiere por medio de su conexión a la fotoresistencia. Lo anterior se hace con la función Read, alimentada por el pin al cual está conectada la fotoresistencia. Éstos datos son almacenados en un arreglo, del cual se saca el promedio y la desviación estándar, para luego ser graficados. Si se activa la perilla de Guardar, los datos recopilados (el promedio en el tiempo de exposición) son recopilados en un arreglo (mientras esté activa la perilla de guardar) que se guarda en el Path especificado.

Por otro lado, La Ley de Malus describe la intensidad de un rayo de luz polarizado con intensidad  $I_0$  cuando éste atraviesa un polarizador [1]:

$$I = I_0 \cos^2(\theta)$$

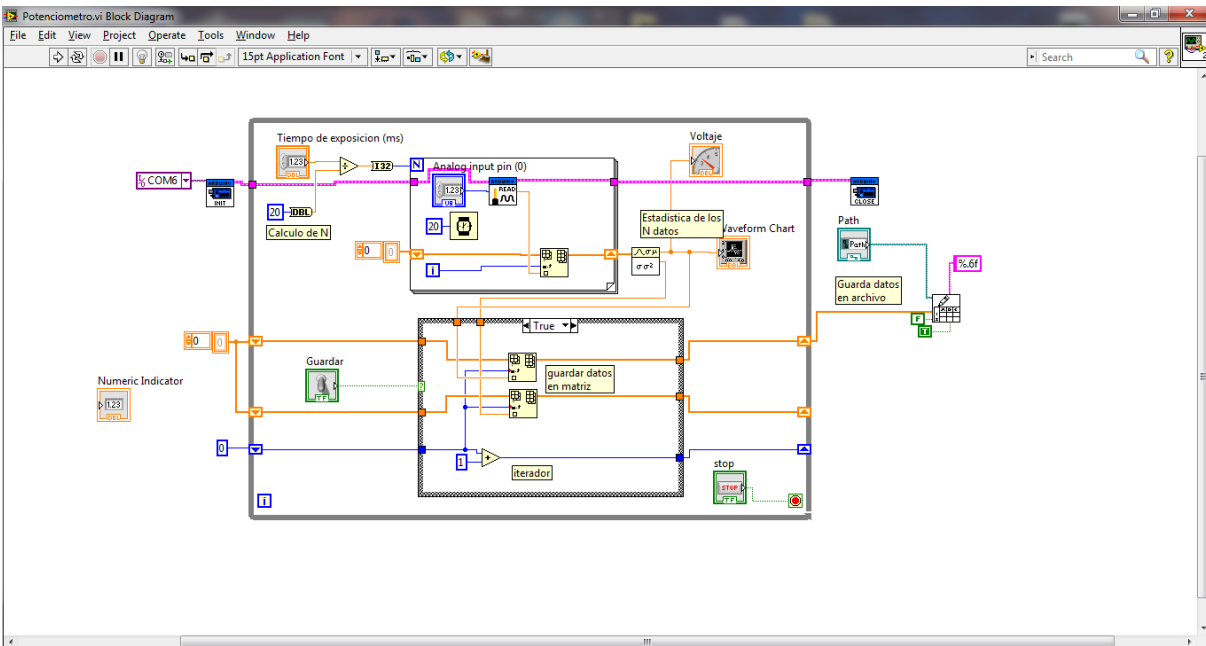


Figura 2: Block Diagram del programa

Donde  $\theta$  es el ángulo entre el eje de polarización de la luz y del polarizador.

### 1.1. Objetivos

Implementar un sensor de intensidad de luz con una fotoresistencia, un arduino y la programación de LabView con su paquete de funciones para arduinos. Utilizar ése sensor para comprobar la Ley de Malus.

### 1.2. Desarrollo Experimental

El circuito de la fotoresistencia con el arduino se muestra en la Figura 3. Éste se hizo de manera que el Arduino recopilara los voltajes que recibía a través de la corriente que éste inducía. Como el voltaje es proporcional a la resistencia y ésta (para una fotoresistencia ideal) es proporcional a la intensidad de la luz que recibe, los datos no se ven afectados salvo por un factor de escala.

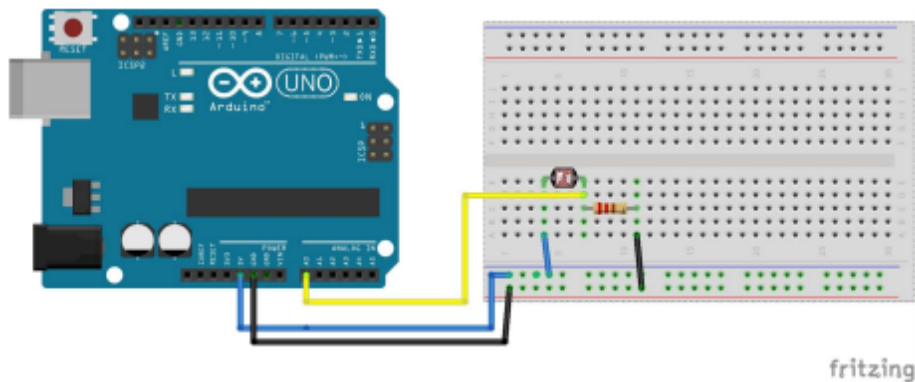


Figura 3: Circuito de la fotoresistencia con el arduino. Imágen tomada de [2]

Se alineó una luz láser con dos polarizadores: Uno fijo que polarizara la luz en una dirección y otro variable, cuyo

ángulo era medido con respecto a una referencia (Figuras 5 y 6). La luz que atravesaba incidía sobre la fotoresistencia. De ésta manera, se alineaba el ángulo del segundo polarizador, se corría el programa y se tomaban una serie de datos por un tiempo y se tomó la estadística de éstos datos como medición para dicho ángulo.



Figura 4: Arreglo experimental



Figura 5: Arreglo experimental

## 2. Resultados

Se midieron los siguientes valores para el voltaje con respecto al ángulo rotado.

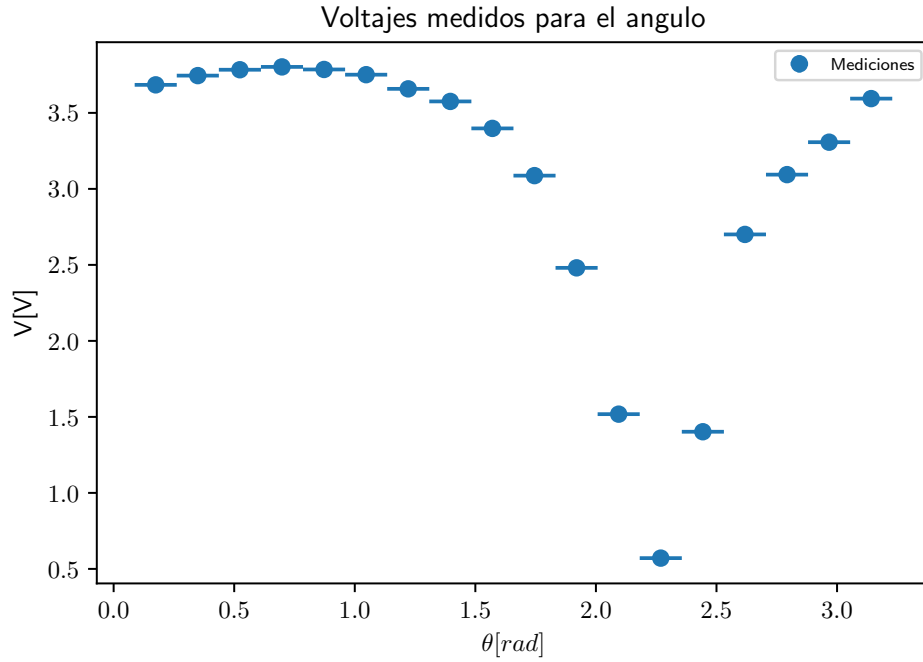


Figura 6: Datos medidos

Se hicieron dos ajustes a la función  $V = V_0 \cos^2(\theta - \phi)$ , en la primera con  $\phi = 0,66$  y en la segunda se dejó  $\phi$  libre, como parámetro de ajuste.

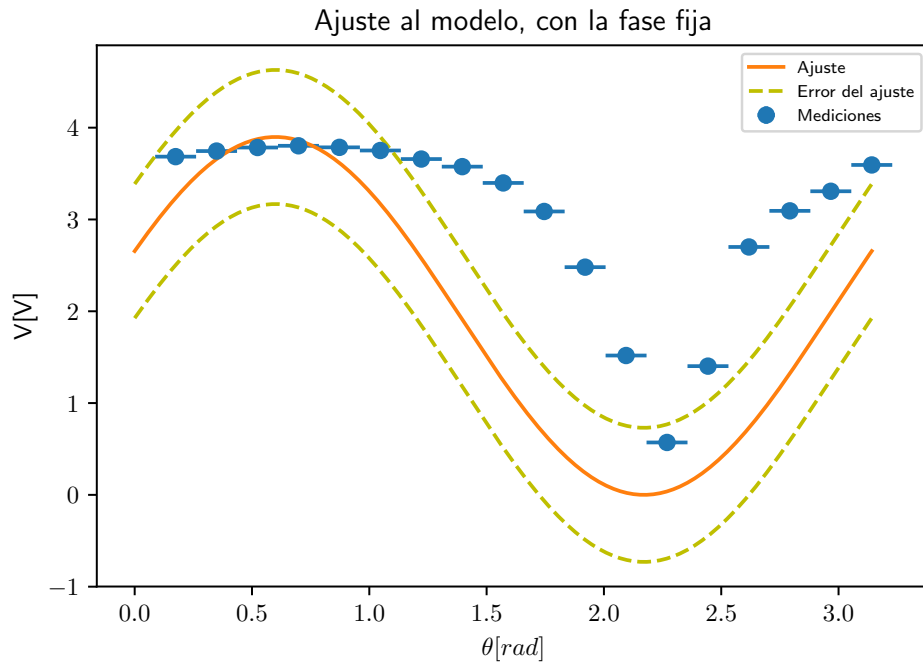


Figura 7: Primer ajuste

Se obtuvo del ajuste  $V_0 = 3,897 \pm 0,730$  V.

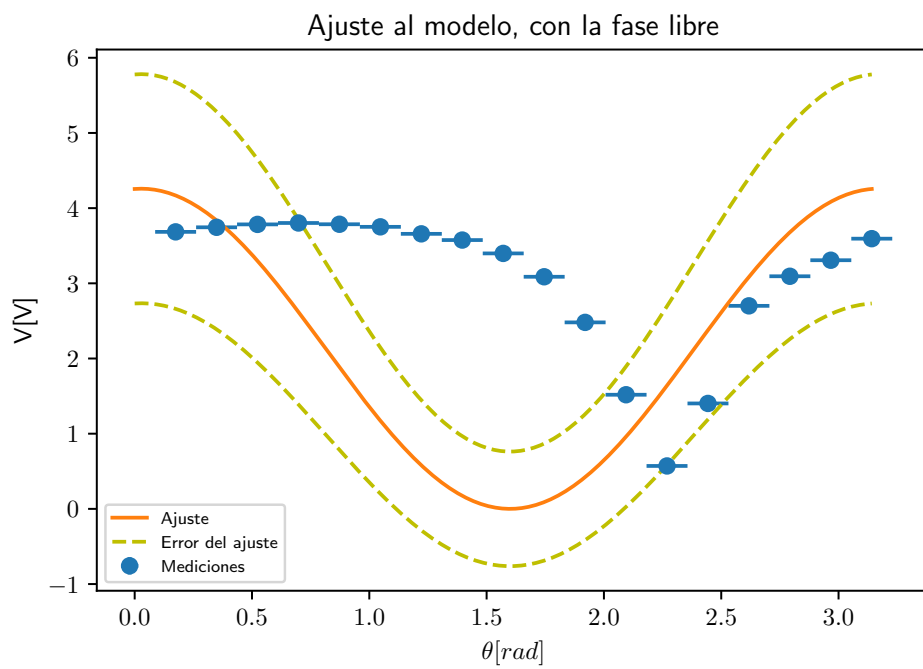


Figura 8: Segundo ajuste

Se ajustaron:  $V_0 = 4,258 \pm 0,761$  V y  $\phi = 0,023 \pm 0,150$

### 3. Discusión

Es claro al ver la distribución de datos y los ajustes, que no se consiguió un conjunto de datos que siga una ley de coseno cuadrado. Esto no fue sorprendente, pues se parece a la distribución de datos obtenidos en el laboratorio de electromagnetismo para microndas polarizadas.

Primero se nota que los datos nunca llegan a 0, esto es porque la luz de fondo incide sobre la fotoreistencia, dándole un valor mínimo no nulo a V. La forma de los datos medidos, si bien no es un coseno cuadrado, presenta un ligero parecido. Desafortunadamente el algoritmo de ajuste es ciego a esto y, como hay una “cola” de datos donde V es aproximadamente constante, el ajuste le da peso a esta región, ya que cerca del mínimo no hay más que un punto. Esta falta de datos cerca del mínimo también causa que la distribución de los datos se vea ligeramente picuda. Por último, el otro aspecto que afecta a la forma picuda de la distribución es el ruido de fondo. La luz de fondo, al incidir sobre la fotoreistencia, contribuye al valor del voltaje. La fotoreistencia tiene una respuesta espectral no lineal, por eso la contribución de la luz de fondo no es aditiva. Es decir en zonas donde varía más fuertemente el voltaje, la contribución no lineal de la luz de fondo se hace notar más (en regiones aproximadamente planas es solo un recorrimiento en V) modificando la forma de la curva (en este caso generando una forma de pico).

### 4. Conclusiones

Se concluye que el experimento no logró comprobar la Ley de Malus. Esto se debió principalmente a deficiencias en el arreglo experimental relacionadas con la cantidad de ruido de fondo y, de manera mucho menor, a la forma en la que opera un ajuste por mínimos cuadrados (y eso que se usó uno no lineal). Sin embargo, el experimento resaltó la necesidad de aislar el sistema óptico, pues la luz de fondo puede tener un efecto tangible y que además se dificulta de analizar (contribuciones no lineales, por ejemplo). Lo que sí se puede concluir sobre la Ley de Malus es que *más o menos* se comporta como un coseno cuadrado, aunque un resultado de este tipo no sugiere más que una repetición más atenta del experimento.

Por último, es de notar la utilidad de LabView para la fácil implementación del sensor. La herramienta en sí fue satisfactoria.

### Referencias

- [1] [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Malus](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Malus), *Ley de Malus*. Desconocido, 17/10/17, Fundación Wikipedia, Inc.
- [2] [http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/5268/2018-02-06-182155\\_labview\\_II.pdf](http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/5268/2018-02-06-182155_labview_II.pdf), *LabView II: Arduinos con LabView - Arduino con la fotoreistencia*. Cruz, Héctor, abril/17, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM