

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

“Sistema Optomecatronico Para El Control De Rotación De Un Polarizador De Luz”

ASESOR

Dr. Jorge Luis Camas Anzueto

ALUMNO

Nohely Isabel De La Cruz Vazquez

**INGENERIA ELECTRONICA
RESIDENCIA PROFESIONAL**

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Información de la institución donde se desarrolló el proyecto	2
1.2.1 Historia del ITTG.....	2
1.2.2 Misión	3
1.2.3 Visión.....	3
1.2.4 Localización.....	4
1.2.5 Área específica relacionada directamente con el proyecto.....	4
1.3 Antecedentes.....	5
1.4 Planteamiento del problema.....	6
1.5 Nombre del proyecto	6
1.6 Objetivos.....	6
1.6.1 Objetivo general.....	6
1.6.2 Objetivos específicos.....	6
1.7 Justificación del proyecto.....	7
1.8 Delimitación del tema	7
1.9 Metodología para el desarrollo del proyecto.	8
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO	9
2.1 Estructura del proyecto	9
2.2 Función de un sistema óptico.....	10
2.3 Polarizador	11
2.4 Láser	12
2.5 Motor a paso	13
2.5.1. Funcionamiento de los motores a pasos.....	13
2.6 Micro controlador	16
2.6.1 Arduino uno.....	16
2.6.2. Características	17
2.6.3 Estructura básica de un programa.....	18
2.6.4 Tipos de Datos	19
2.6.5 Funciones de Tiempo.....	19

2.7 Regulador	20
2.7.1. Regulador ajustable LM317.....	21
2.8 Potenciómetro	22
2.9 Gripper.....	23
2.10 programa de apoyo.....	24
2.10.1 solidwork 2016.....	24
2.10.2 Imágenes obtenidas	24
CAPÍTULO 3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	27
3.1 Diseño del sistema.....	27
3.1.1 Driver	27
3.2 Diagrama a bloques	28
3.3 Construcción de la fuente reductora.....	29
CAPÍTULO 4. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	31
4.1 Graficas.....	31
4.2 Comparación de los resultados.....	40
CONCLUSIONES	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS	45
A.1 Datashet del uln2003apg.....	45
A.2 Programa del microcontrolador.....	47
A.3 Imagenes capturadas del proyecto terminado	53
A4. Apéndice – Manual de operación	58

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El estudio de la luz queda con frecuencia desatendido en los cursos básicos de ciencia. Tal vez esta situación se deba a la falta de equipo y material teórico apropiados. Este proyecto ha sido pensado para iniciar tanto a profesores como a alumnos en la polarización optomecatronico. Tener conocimientos en el campo de la polarización ayuda a comprender mejor la teoría de la luz en general, los fenómenos relacionados con la polarización no solo son fácil de demostrar sino que también son de mucha utilidad porque su sistema trabaja más rápido. Además el estudio de la polarización clásica en aplicaciones prácticas que se están desarrollando para el uso de la luz polarizada.

Gracias a la tecnología optomecatronico y sus avances podemos realizar un proyecto mediante dos polarizadores donde el polarizador uno tendrá una señal de entrada mediante un láser y como base se piensa hacer los cálculos de dicho material que traspase el láser y así mismo también el polarizador dos que va obtener una nueva señal que será captada por medio de un fotodiodo conectado a un motor paso a paso que mediante una angulación constante nos proporcione el porcentaje en voltaje del material que sea sometido en los polarizadores, obteniendo como pruebas y resultado de un sistema de rotación optomecatronico que controle el desplazamiento angular de un polarizador de luz.

1.2 Información de la institución donde se desarrolló el proyecto

1.2.1 Historia del ITTG

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez es una institución pública dependiente de la Secretaría de Educación Pública. Imparte 8 licenciaturas y 2 programas de posgrado en las áreas de Ingeniería, Tecnología y Ciencias Administrativas.

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez fue fundado el 24 de octubre de 1972, se encuentra ubicado en el centro del estado de Chiapas, que por su gran variedad de climas y suelos es propio para el cultivo de muy diversas especies vegetales nativas y adaptadas, con lo que se puede desarrollar la agroindustria, así como muchos otros procesos industriales a partir del gran potencial que ofrece este estado, en el cual el Instituto debe constituirse en el sujeto de cambio, al presentar alternativas de desarrollo sustentable del estado en forma multidisciplinaria.

La matrícula escolar en licenciatura se conforma de 1 982 estudiantes: 1 473 hombres y 509 mujeres. En el posgrado hay 78 alumnos: 68 hombres y 10 mujeres.

La población de egresados en el nivel de licenciatura es de 2 345 alumnos, de ellos 1 892 son hombres y 453 son mujeres.

Los principales laboratorios con los que cuenta el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez son:

Microbiología

Biotechnología

Química

Química pesada

Mecánica

Sistemas computacionales

Ingeniería industrial

Plantas piloto

Polo Tecnológico Nacional

Proyectos de vinculación exitosos con la industria

Aprovechamiento integral del timbre

Incremento en el contenido de sacarosa en la caña de azúcar

Efectos del boro en la producción del cacahuete

Factibilidad técnica en la extracción de aceites esenciales de la flora chiapaneca

1.2.2 Misión

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

1.2.3 Visión

Ser una Institución de excelencia en la educación superior tecnológica del Sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

1.2.4 Localización

En la figura 1.1 se presenta el lugar donde está ubicado el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez como se muestra en la imagen del Google maps.



Fig. 1.1. Carretera Panamericana Km 1080. Tuxtla Gutiérrez Chiapas, C.P. 29050.

1.2.5 Área específica relacionada directamente con el proyecto

El laboratorio de Ingeniería Electrónica cuenta con 8 áreas destinadas a la investigación, desarrollo e implementación de proyectos escolares, 5 de las cuales son educativas, en las que los docentes imparten clases de: electrónica digital, PLC, electrónica de potencia, instrumentación, mediciones eléctricas, programación en c y electrónicas analógicas. Dos más son para investigación, una pertenece al grupo de IEEE y la otra es de desarrollo de circuitos electrónicos. La última área está destinada para que los alumnos desarrollen sus actividades en extra clase. Parte del área que se ocupó en la realización de éste proyecto fueron las de IEEE, las de Electrónicas Analógicas y desarrollo de circuitos electrónicos y el almacén de Mecatrónica.

La carrera de Ingeniería Electrónica tiene como misión “formar profesionales de excelencia con competencias en el ámbito de la Ingeniería Electrónica, motivados para la promoción del desarrollo profesional y el conocimiento científico y tecnológico, con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores cívicos y éticos”.

1.3 Antecedentes

Se logró el objetivo de construir un prototipo de robot cartesiano que permita realizar movimientos controlados por un PC, de acuerdo a una matriz de coordenadas ingresada. La construcción de las tarjetas para el control de los motores de pasos es sencilla, y fácil de entender sin necesidad de utilizar micros controladores y de programarlos, el PC dispone del puerto paralelo [1]. La luz puede polarizarse cuando se hace pasar a través de un polarizador (lineal), el cual transmite selectivamente luz que tiene su plano de polarización paralelo al eje de transmisión del polarizador. La luz que tiene su plano de polarización perpendicular al eje de transmisión que queda bloqueada [2]. En esta tesis se desarrolló un sistema de control automático para un mocromador óptico del tipo Mini-chrom. El sistema construido es capaz de obtener el espectro de una señal de luz, realizando barridos desde una longitud de onda venida hasta otra, de manera automatizada. Esto se logra registrando las intensidades de luz en cada longitud de onda por la que atraviesa durante este proceso, y guardándolos en un archivo de texto para ser analizados a futuro [3]. Desarrollo y fabricación de mecanismo autónomo, siempre será necesario implementarlos con un sistema de control, para que permita interactuar con el entorno de una forma óptica [4]. Para iniciar el desarrollo del instrumento estimador de torque en tiempo real, primero se efectúa un estudio teórico sobre los motores paso-a-paso, el cual deriva a un modelo no-lineal del comportamiento electromecánico del mismo. Con este modelo se encontró que la relación corriente-torque, piedra angular para el desarrollo del instrumento deseado, era dependiente además de la posición angular del rotor [5]. En el presente trabajo de tesis se plantea la idea de construcción e implementación de un montaje que fuera capaz de controlar a un taladro fresador, a través de unos motores paso a paso bipolares. Estudiar e implementar un circuito necesario para comunicar el PC a estos motores. El sistema construido es capaz de obtener el espectro de frecuencia de una señal de luz, realizando barridos desde una longitud de onda venida hasta otra, de manera automatizable. Esto se logra registrando las intensidades de luz en cada longitud de onda de la que atraviesa durante el proceso, y guardándolos en un archivo de texto para ser analizados [6].

1.4 Planteamiento del problema

El sistema de rotación tiene que controlar un polarizador de luz con intervalos y movimientos angulares programados por el usuario. Sin embargo, para aplicación en el monitoreo de muestras donde existe actividad óptica, es posible que la rotación de la polarización de la luz al a travesar la muestra sea rotada en el orden de milésimas de grados. Para ello, se necesita un sistema capaz de rotar angularmente de forma controlables al menos con 0.1° en el que hace un sistema complejo, que necesita electrónica de precisión para llegar a obtener dichos desplazamientos.

1.5 Nombre del proyecto

Sistema optomecatrónico para el control de rotación de un polarizador de luz.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Diseñar y construir un sistema opto macarrónico capaz de rotar angularmente reprogramable con intervalos como mínimo 0.1 grados.

1.6.2 Objetivos específicos

Diseñar un sistema de rotación con motores a paso.

Diseñar un algoritmo de programación para los diferentes ángulos e intervalos precisos.

1.7 Justificación del proyecto.

Se pretende hacer por medio de la construcción del sistema optomecatrónico con la utilización de los motores a paso en el que se calculara las resoluciones mínima en el que me permitirá mover o desplazar mediante pulsos y sacar el mínimo movimiento angular que se puede obtener, esto se llevara a cabo con los driver para la resolución de 0.1 grado.

1.8 Delimitación del tema

Para este proyecto se diseñará la construcción de un prototipo en el que será utilizado un gripper y me dé la oportunidad de poder girar al movimiento del motor para ello colocar el polarizador uno fijo y otro con movimiento y acomodar el láser de modo que permita ver la cantidad de luz que traspase conforme al movimiento del giro de 0 a90 grados.

La fabricación de un gripper a la necesidad que presenta en el proyecto, y el diseño y otras de las cosas es que es muy costosa y la impresión de 3D. Y esto me ha detenido avanzar con el proyecto por el diseño de SolidWorks.

1.9 Metodología para el desarrollo del proyecto.

Armar el sistema óptico.

Diseñar un dispositivo optomecatronico donde debe ir incluido la fuente de luz, polarizadores, foto detector y la base en la cual debe de estar contenida la muestra a analizar

Caracterizar los polarizadores.

Debido a la existencia de polarizadores lineales, circulares y ópticos, es necesario definir el tipo de polarizador a utilizar. La forma de caracterizar es hacer incidir la luz al polarizador y rotar angularmente para observar los máximos y mínimos.

Diseñar un sistema mecánico angular.

En este caso hay que diseñar el sistema mecánico que contendrá uno de los polarizadores. A este polarizador se le llama sistema opto mecánico de detección y que debe tener un movimiento angular.

Instrumentación del diseño.

La rotación angular del sistema mecánico u opto mecánico que contiene el polarizador, debe estar automatizado para que el movimiento angular sea constante. Cabe mencionar que la mejor opción en este tipo de aplicación es rotar con el menor Angulo de rotación en el orden de 0.1 grados. El solo hecho de obtener movimientos pequeños angulares hace complejo un sistema de movimiento.

Medir y caracterizar el movimiento angular.

La caracterización del movimiento angular se obtiene con la programación del sistema de automatización, ya que se obtendrá una curva de la potencia a la salida del polarizador como función del movimiento angular.

Realizar pruebas finales Llevando acabo los pasos anteriores, abra que realizar las pruebas para poder ser utilizables, esto requiere de tiempos para obtener un buen trabajo.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Estructura del proyecto

En el diseño del proyecto conlleva a un sistema optomecatronico que se basa en complementos es decir, se utilizara una caja de madera de 24cm x 13cm para sostener el gripper y la base de la lente (polarizadores), motor, laser (emisor y receptor). Como se puede observar en la Figura.2.2.

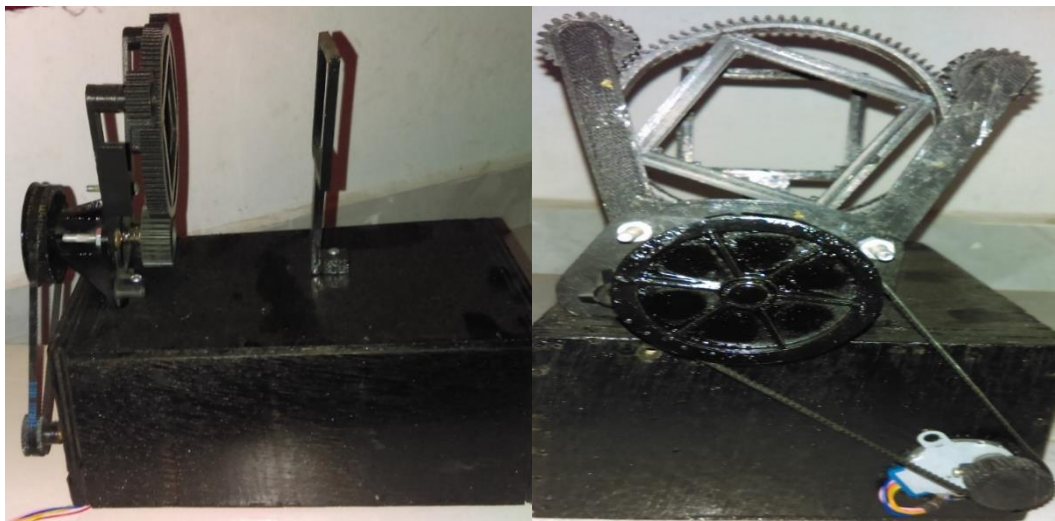


Figura 2.2. Foto real del Diseño final del dispositivo.

2.2 Función de un sistema óptico.

Un filtro óptico es un medio que solo permite el paso a través del de luz con ciertas propiedades, suprimiendo o atenuando la luz restante. Los filtros ópticos más comunes son los filtros de color, es decir, aquellos que solo dejan pasar luz de una determinada longitud de onda. Si se limitan a atenuar la luz uniformemente en todo el rango de frecuencias se denominan filtros de densidad neutra. Un ejemplo de un filtro óptico se puede observar en la figura 2.3 donde se ve el principio de refracción.

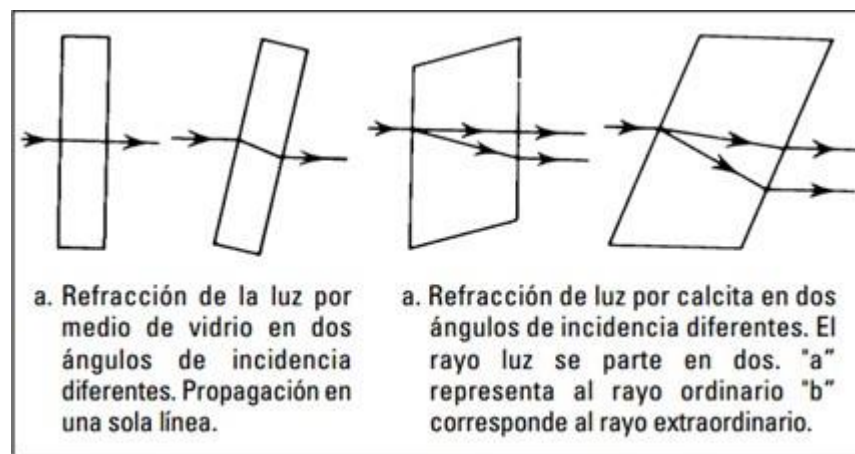


Figura 2.3.a) Refracción simple de la luz por vidrio; b) Refracción doble de la luz.

2.3 Polarizador

Un polarizador lineal es una solución excelente en aplicaciones que requieren una reducción del deslumbramiento debido a la luz reflejada. Filtros de la cámara, gafas de sol, y los sistemas de visión artificial benefician en gran medida de la utilización de un polarizador lineal. También se puede utilizar para modular la intensidad de una fuente de luz. Mediante la colocación de dos polarizadores sobre la parte superior de la otra y hacer girar una contra la otra, se puede controlar el brillo.

Foto elásticos análisis de tensión beneficios derivados del uso de un polarizador se puede emplear ya sea lineal o circular que pueden ser plásticos transparentes se vuelven birrefringente (doble refractor) cuando está estresado algo así como un retardador de onda. Un polarizador lineal o circular permite al espectador ver visualmente los patrones de estrés según lo evidenciado por franjas oscuras o isocromáticas.

Polarizadores lineales (y polarizadores circulares) también se utilizan en aplicaciones 3D pasivos. API ofrece lineal y gafas polarizadas y filtros de proyección circular.

Los polarizadores lineales de varios ejes son para la animación (Polarmotion) y aplicaciones de demostración de gafas de sol. Tenemos la capacidad de imprimir un polarizador colocando selectivamente más de un eje en una hoja. Al combinar el polarizador de varios ejes con un polarizador lineal de giro, el movimiento de simulación como podemos observar en la figura.2.4.

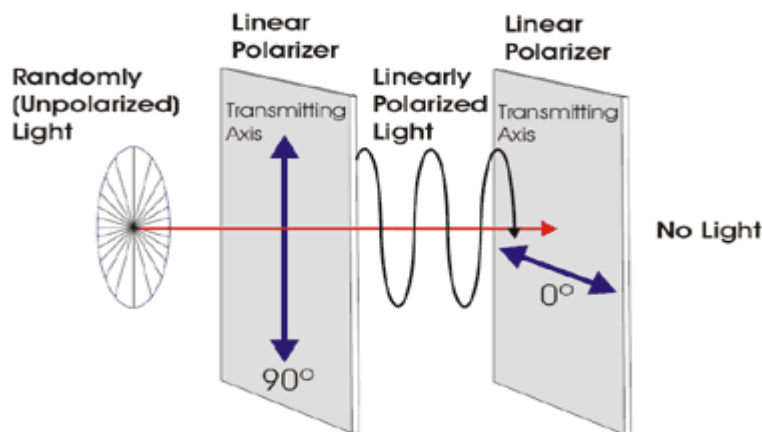


Figura.2.4.Sistema de polarizado dependiendo los grados que se utilizan al momento.

2.4 Láser

Un láser (del inglés [light] [amplification] [by] [stimulated] [emission] [of] [radiation]; en español es amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) es decir es un dispositivo que utiliza un efecto de la mecánica cuántica, la emisión inducida o estimulada, para generar un haz de luz coherente tanto espacial como temporalmente. La coherencia espacial se corresponde con la capacidad de un haz para permanecer con un pequeño tamaño al transmitirse por el vacío en largas distancias y la coherencia temporal se relaciona con la capacidad para concentrar la emisión en un rango espectral muy estrecho.

Un láser típico consta de tres elementos básicos de operación. Una cavidad óptica resonante, en la que la luz puede circular, que consta habitualmente de un par de espejos de los cuales uno es de alta reflectancia (cercana al 100 %) y otro conocido como acoplador, que tiene una reflectancia menor y que permite la salida de la radiación láser de la cavidad.

Dentro de esta cavidad resonante se sitúa un medio activo con ganancia óptica, que puede ser sólido, líquido o gaseoso (habitualmente el gas se encontrará en estado de plasma parcialmente ionizado) que es el encargado de amplificar la luz. Para poder amplificar la luz, este medio activo necesita un cierto aporte de energía, llamada comúnmente bombeo. Este bombeo es generalmente un haz de luz (bombeo óptico) o una corriente eléctrica (bombeo eléctrico).

Como se observa en la figura 2.5.



Figura 2.5. Diferentes tipos de láser.

2.5 Motor a paso

En nuestros días los motores a paso que tienen una amplia Gama de aplicaciones; esto es debido a que poseen una gran precisión.

2.5.1. Funcionamiento de los motores a pasos

Los motores a pasos son muy utilizados en la actualidad para el desarrollo de mecanismos que requieren de una alta precisión. Este tipo de motores poseen cualidades especiales por el hecho de poder mover desde un Paso hasta una secuencia interminable de pasos dependiendo de la cantidad de pulsos que se les aplique. Este paso puede ir desde pequeños movimientos de 1.8° hasta de 90° . Es por eso que este tipo de motores son muy utilizados, ya que pueden moverse a deseo del usuario según la secuencia que se les indique a través de un micro controlador.

Estos motores poseen la habilidad de quedar enclavados en una posición si una o más de sus bobinas está energizada o bien totalmente libres si no existe corriente alguna circulando por sus éstas. Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator. Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.

Existen dos tipos de motores paso a paso de imán permanente que son los más utilizados en robótica: unipolares y bipolares. A continuación se muestra una descripción del tipo de motor que se ha utilizado este proyecto que es bipolar.

El modelo utilizado es: 28byj-48 Con Driver Uln2003, cuyas características se presentan en la tabla 2.1.

En la figura 2.6 se puede observar el motor a paso utilizado y el driver se utiliza para la reducción del movimiento angular de grados como ya se mencionó anteriormente que él, motor solo es de 1.8° a 90° y con el driver se reduce de 0.1° a 90° .

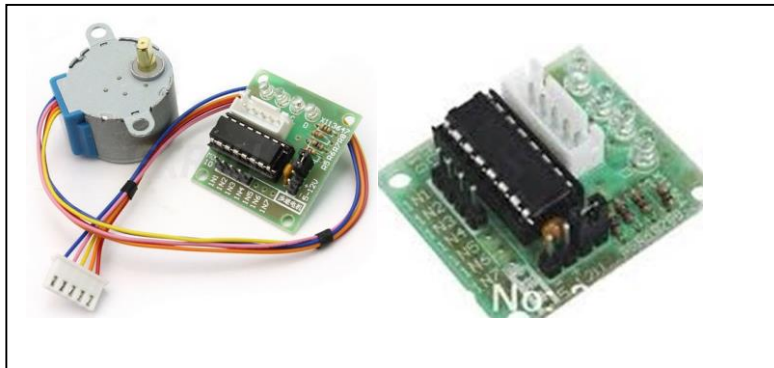


Figura 2.6 Conexiones del motor y driver.

Fig. 2.7 se pueden observar las conexiones, es decir del motor conectado con el driver.



Figura. 2.7. Conexiones del motor y driver

En la tabla 2.1. Representación de los colores de cables que marcan en los motores a pasos es decir los cables que irán conectados al driver con la secuencia que lleva cada uno de los colores.

Tabla.2.1.Representacion de las secuencias de colores pertenecientes a los motores.

Half-Step Switching Sequence								
Lead Wire Color	---> CW Direction (1-2 Phase)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
4 Orange	-	-						-
3 Yellow		-	-	-				
2 Pink				-	-	-		
1 Blue						-	-	-

Descripción:

Motor a pasos unipolar 28BYJ-48 con driver ULN2003, El driver ULN2003 permite controlar el motor de manera sencilla con cualquier dispositivo que cuente con salidas digitales.

Características:

- Modelo controlador: ULN2003
- Modelo motor: 28BYJ-48
- Voltaje: 5 V
- Número de fases: 4
- Pasos por revolución: 64
- Torque: 300 gf.cm
- Diámetro Motor: 28 mm
- Dimensiones controlador: 35x30x10 mm
- Peso Motor: 41 g

2.6 Micro controlador

Los arduinos tienen diferentes características dependiendo del micro controlador que se vaya a ocupar en este caso se usara el que tiene más ventajas para su uso. Este circuito integrado forma parte de las placas Arduino UNO, que pertenece a la categoría de los micros controladores.

Presenta características muy versátiles que le permiten aplicaciones en un gran número de variedades, además de contar con módulos Ethernet con puerto RJ-45 para la conexión a internet y la posibilidad de enviar datos.

2.6.1 Arduino uno

Arduino es una plataforma para computación física de código abierto basada en una simple tarjeta I/O y un entorno de desarrollo que implementa el procesamiento/idioma de cableado (Processing/Wiring). Arduino puede ser usado para desarrollar objetos autónomos interactivos o puede ser conectado a software en su ordenador (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP), El IDE de código abierto puede ser descargado de forma gratuita (en la actualidad para Mac OS X, Windows y Linux)

El hardware consiste en una placa de circuito impreso con un micro controlador, usualmente Atm el AVR, y puertos digitales y analógicos de entrada/salida, los cuales pueden conectarse a placas de expansión (shields) que expanden las características de funcionamiento de la placa arduino uno.

Por otro lado, el software consiste en un entorno de desarrollo (IDE) basado en el entorno de Processing y lenguaje de programación basado en Wiring, así como en el cargador de arranque (bootloader) que es ejecutado en la placa. El micro controlador de la placa se programa a través de un computador, haciendo uso de comunicación serial mediante un convertidor de niveles RS-232 a TTL serial.

2.6.2. Características

Tabla 2.2. Características eléctricas del Arduino UNO.

Microcontroladores	<u>ATmega328P</u>
Tensión de funcionamiento	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12 V
Voltaje de entrada (límite)	6-20 V
Digital pines I / O	14 (de las cuales 6 proporcionan salida PWM)
PWM digital pines I / O	6
Pines de entrada analógica	6
Corriente DC por E / S Pin	20 mA
Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA
Memoria flash	32 KB (ATmega328P) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidad de reloj	16 MHz
Largo	68,6 mm
Anchura	53.4 mm
Peso	25 g

A continuación se muestra en la fig.2.8 donde están ubicados los elementos más importantes que componen la placa Arduino UNO que son descritos de arriba abajo y de izquierda a derecha:

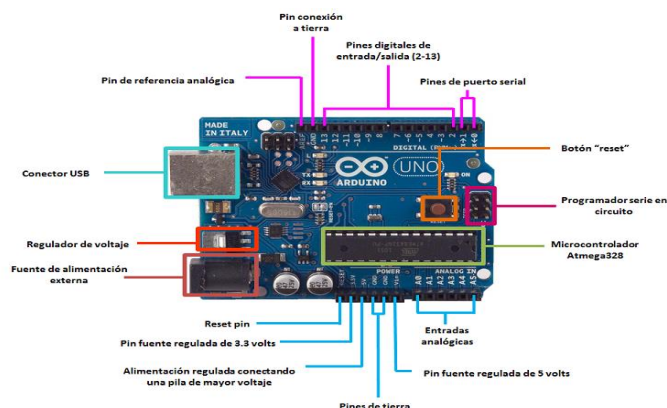


Figura.2.8 Estructura del Arduino UNO.

2.6.3 Estructura básica de un programa.

La estructura básica de programación de Arduino es bastante simple y divide la ejecución en dos partes:

Setup. () Constituye la preparación del programa.

Loop. () Es la ejecución.

En la función Setup() se incluye la declaración de variables y se trata de la primera función que se ejecuta en el programa. Esta función se ejecuta una única vez y es empleada para configurar las terminales de salida mediante pinMode() La función loop() incluye el código a ser ejecutado continuamente (leyendo las entradas de la placa, salidas, etc.).

Ejemplo:

```
void setup()  
{  
  //Preparacion del Programa  
}  
  
void loop()  
{  
  //Ejecución  
}
```

Nota: Al igual que en C se pueden introducir bloques de comentarios con /*... */.

Entradas/Salidas digitales y analógicas.

digitalRead(pin). Lee el valor desde un pin digital específico. Devuelve un valor HIGH o LOW.

digitalWrite(pin, evalúe). Introduce un nivel alto (HIGH) o bajo (LOW) en el pin digital especificado. De nuevo, el pin puede ser especificado con una variable o una constante.

analogRead(pin). Lee el valor desde el pin analógico especificado con una resolución de 10 bits. Esta función solo funciona en los pines analógicos (0-5). El valor resultante es un entero de 0 a 1023. Los pines analógicos, a diferencia de los digitales no necesitan declararse previamente como INPUT o OUTPUT.

analogWrite(pin, value). Escribe un valor pseudo-analógico usando modulación por ancho de pulso (PWM) en un pin de salida marcado como

PWM.

2.6.4 Tipos de Datos

Arduino permite manejar los siguientes tipos de datos:

Byte. Almacena un valor numérico de 8 bits. Tienen un rango de 0-255.

Int. Almacena un valor entero de 16 bits con un rango de 32,767 a -32,768.

Long. Valor entero almacenado en 32 bits con un rango de 2, 147, 483,647 a -2, 147,483, 648.

Float. Tipo coma flotante almacenado en 32 bits con un rango de 3.4028235E+38 a -3.4028235E+38.

Arrays. Se trata de una colección de valores que pueden ser accedidos con un número de índice (el primer valor del índice es 0).

2.6.5 Funciones de Tiempo

La función de tiempo son las siguientes funciones:

delay(ms). Realiza una pausa en el programa la cantidad de tiempo en milisegundos especificada en el parámetro (máximo 1000, mínimo 1).

millis(). Devuelve la cantidad de milisegundos que lleva la placa Arduino ejecutando el programa actual como un valor long unsigned. Después de 9 horas el contador vuelve a 0.

2.7 Regulador

La figura.2.9. Se representa un regulador o estabilizador de voltaje, que es un circuito que se encarga de reducir el rizado y de proporcionar una tensión de salida de la tensión exacta que queramos.

Este es el esquema de una fuente de alimentación regulada con uno de estos reguladores:

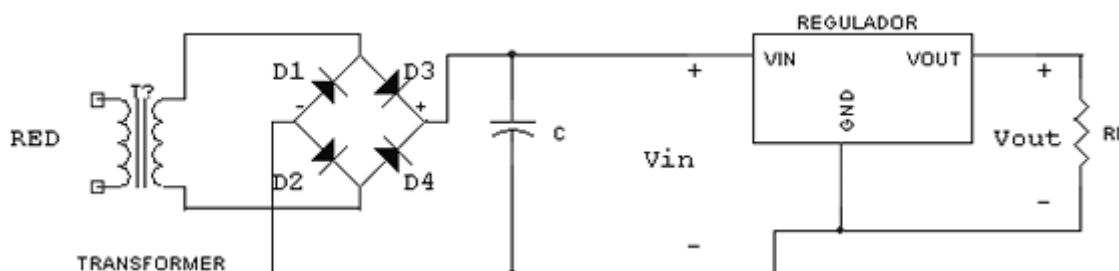


Figura.2.9.Regulador de voltaje.

La tensión entre los terminales V_{out} y GND es de un valor fijo, no variable, que dependerá del modelo de regulador que se utilice.

La corriente que entra o sale por el terminal GND es prácticamente nula y no se tiene en cuenta para analizar el circuito de forma aproximada. Funciona simplemente como referencia para el regulador.

En la figura 2.10. Se observa una fuente de 12 v para la alimentación del arduino donde tendremos una fuente regulable en el que nos permitirá entrar 12 v y salir 5v.



Figura.2.10. Placa reguladora de voltaje.

2.7.1. Regulador ajustable LM317

El regulador LM317, es un regulador de tensión proporciona una tensión de salida variable sin más que añadir una resistencia y un potenciómetro. Se puede usar el mismo esquema para un regulador de la serie 78XX pero el LM317 tiene mejores características eléctricas. El aspecto es el mismo que los anteriores, pero este soporta 1.5 A. El esquema a seguir es el de la fig. 2.11.

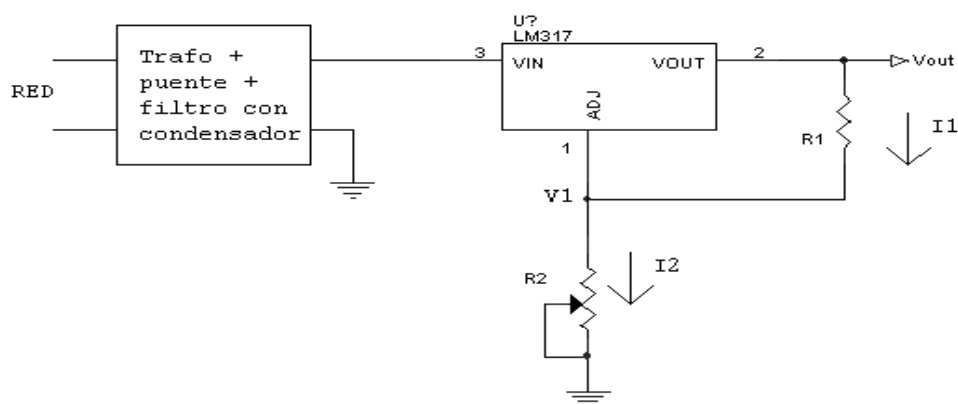


Figura. 2.11. Diagrama del conexionado de un regulador de voltaje.

2.8 Potenciómetro

Un potenciómetro es uno de los dos usos que posee la resistencia o resistor variable mecánica (con cursor y de al menos tres terminales). Conectando los terminales extremos a la diferencia de potencial a regular (control de tensión), se obtiene entre el terminal central (cursor) y uno de los extremos una fracción de la diferencia de potencial total, se comporta como un divisor de tensión o voltaje.

Según la potencia que disipe en su funcionamiento, como regulador de tensión, así debe ser la potencia de la resistencia variable mecánica a utilizar

Como se observa en la Figura. 2.12 con el que se puede bajar y subir los grados que se desea obtener en este caso se baja a 0.1 grado.

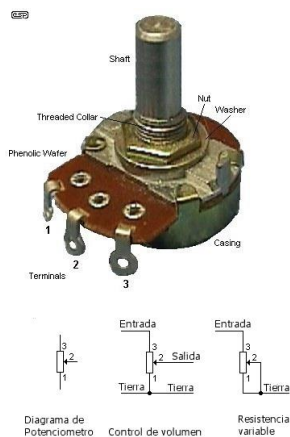


Figura.2.12. Potenciómetro con el que se regulara el grado.

2.9 Gripper

El modelo final del diseño fue parte del funcionamiento de un gripper (Figura 2.13), donde se llevó a cabo cambios de modo que se obtuvo de manera real, de tal forma que se puedan sostener los polarizadores y es como quedó de la siguiente manera como se puede observar en la figura.2.14.



Figura.2.13.Diseño de un gripper.

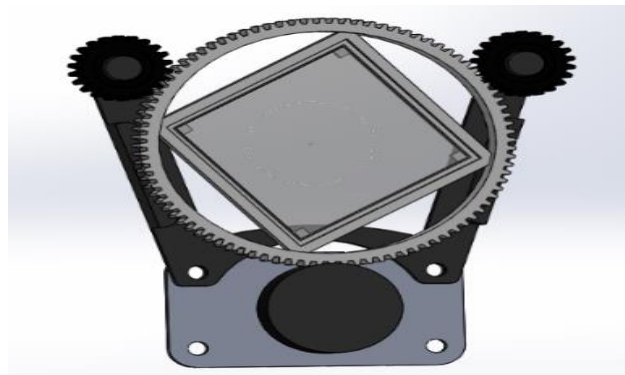


Figura.2.14.Diseño del gripper real
Esta manera es como quedó el gripper utilizado.

2.10 programa de apoyo

2.10.1 solidwork 2016

El Solidwork es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una filial de Dassault Systèmes, S.A. (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows. Su primera versión fue lanzada al mercado en 1995 con el propósito de hacer la tecnología CAD más accesible.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada

2.10.2 Imágenes obtenidas

En la fig. 2.15 es un diseño de solidwork, llamado coplee que se acomodó en el motor y va con engranes acoplándose a la banda y así poder girar el polarizador cuando el motor está en funcionamiento.

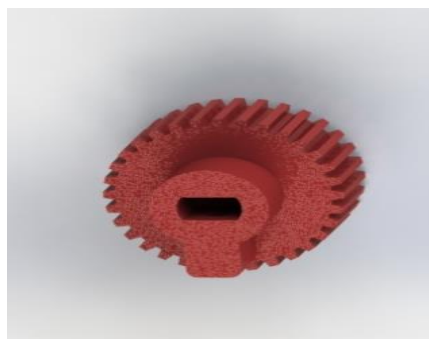


Figura. 2.15. Coplee que hace función con la banda y el motor.

En la figura 2.16. Se puede observar una imagen que se le nombro herradura, es decir la que sostendrá una rueda de engranaje que se introduce el polarizador para ello es un juego de engranaje formado por 3 piezas que moverá durante el movimiento del motor.



Figura.2.16. Herradura sostenible. Que hace la función de un diseño para incorporar el juego de engranajes sosteniendo al polarizador.

En la Fig. 2.17. Se representa la imagen que se le nombro ensamble, es decir donde esta sujetado con la herradura y el juego de engranaje que nos sostiene la rueda metida con el polarizador como se puede observar en el que hará dicho funcionamiento al compás del movimiento del motor y así logre a polarizar.



Figura.2.17. Ensamble de sujeción del polarizador y juego de engranajes.

En la Figura.2.18. Se conoce como base banda que va hasta abajo del ensamble es el número 3 de pieza del engranaje para que pueda girar la rueda donde va el polarizado como se observó en la figura 2.17.

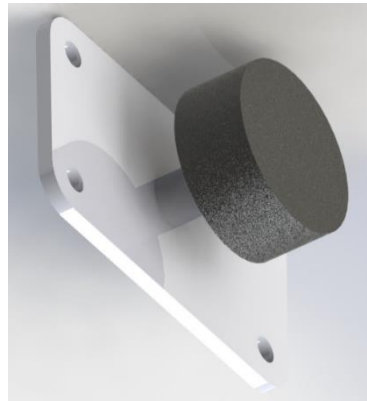


Figura.2.1. Se le nombro base banda porque sujeta la banda que pasa al motor para hacer el movimiento de girar al polarizador.

En la siguiente figura 2.19. Se observa el ensamble diseñado en solidwork en el que se observa el diseño del gripper, haciendo movimientos con ello, es decir este diseño en solidworks en el que esta simulado para poder ver las medidas y como quedara antes de imprimir en 3D.

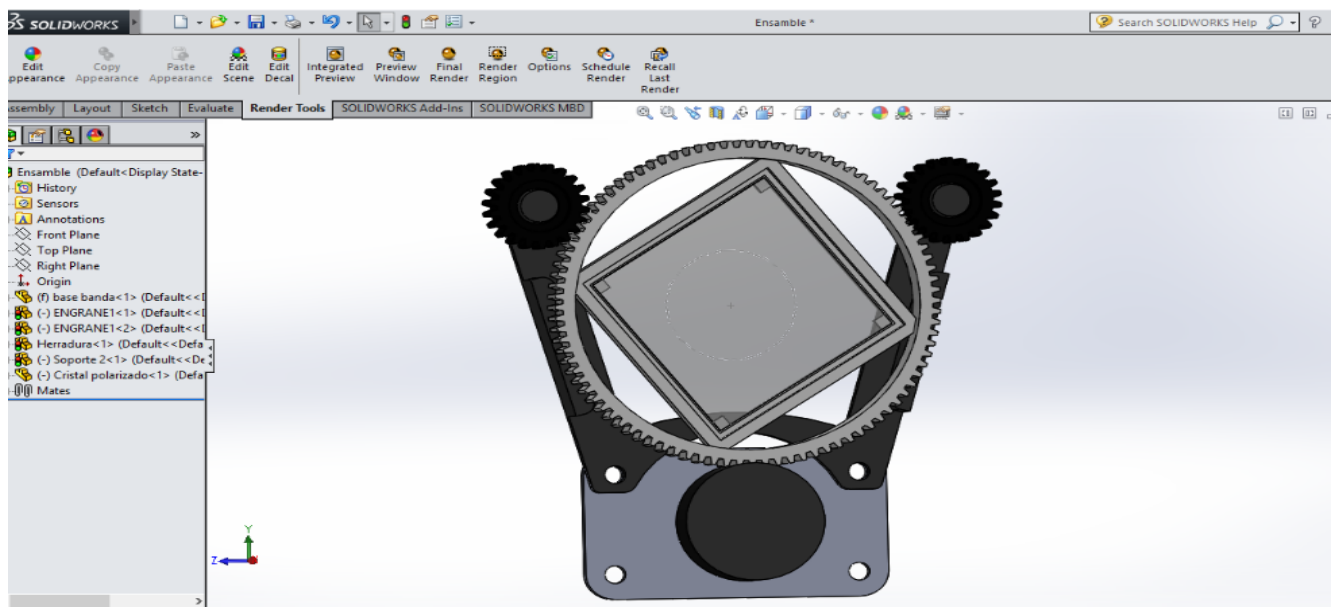


Figura.2.19. Diseño del ensamble solidworks.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.1 Diseño del sistema

3.1.1 Driver

Esta es la característica que fue determinante en su elección como se describe de manera general los principios de funcionamiento de los motores paso a paso.

Como podemos observar en la figura 3.20 el driver el cual es el que se utilizó con el motor para reducir los grados y así poder obtener 0.1° , como ya se ha caracterizado anterior mente.

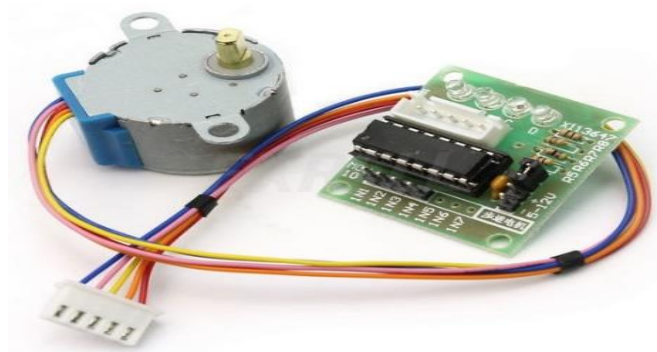


Figura 3.20.Motor a paso junto con el driver.

3.2 Diagrama a bloques

En la fig.3.21 se muestra el diagrama a bloques donde veremos el funcionamiento del sistema óptico, con todos los componentes que lo integran, así como la interfaz gráfica visualizada en la computadora.

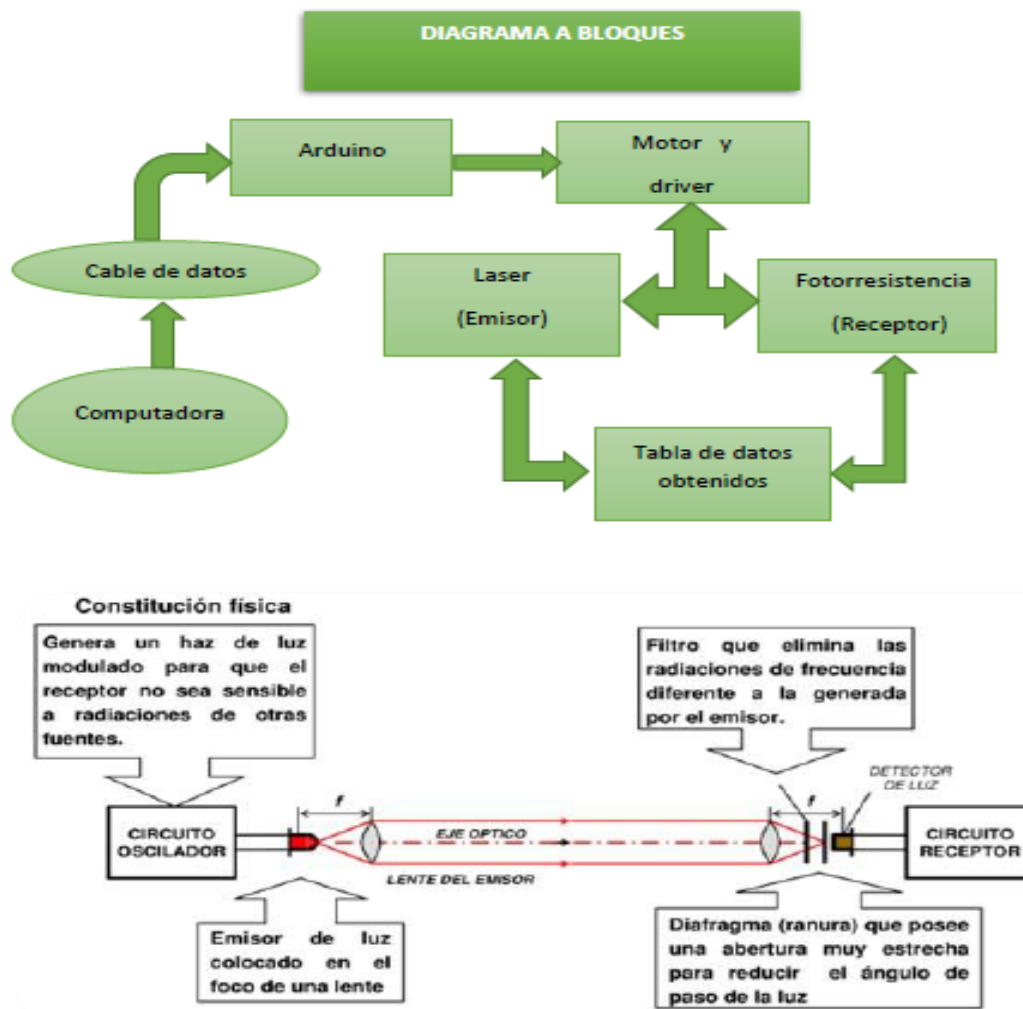


Fig.3. 21.Diagrama a bloques.

3.3 Construcción de la fuente reductora

En la figura 3.22.se presente la fuente reductora de voltaje cuya entrada es 12 v y su salida es de 5v. Esta fuente es la que alimenta el arduino uno, el láser, con la finalidad de no utilizar más de dos fuentes de voltajes.

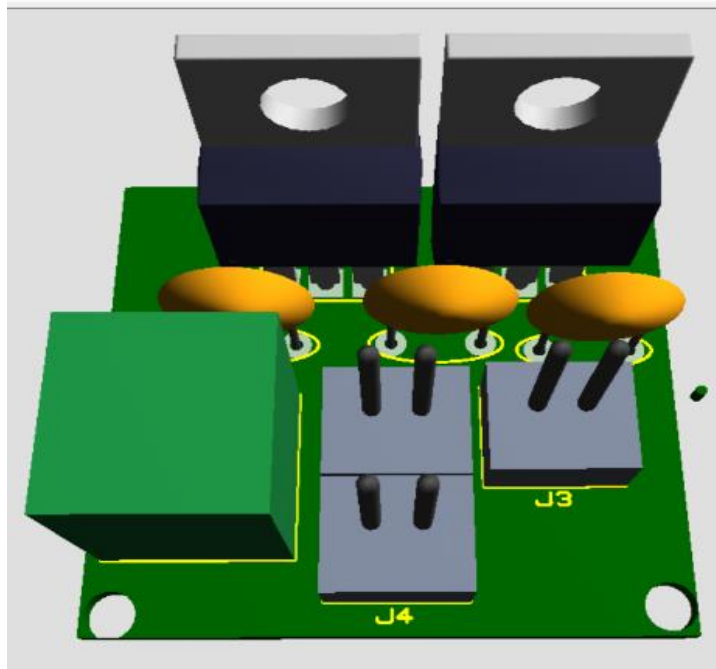


Figura.3.22.Este es la implementación simulada en 3D parte externa de multisim.

En la figura 3.23. Se puede observar el diseño que esta lista para imprimir pero antes se debe ver que no peguen ni una línea porque si no hace cortocircuito y se mide para sacar la placa a la medida exacta.

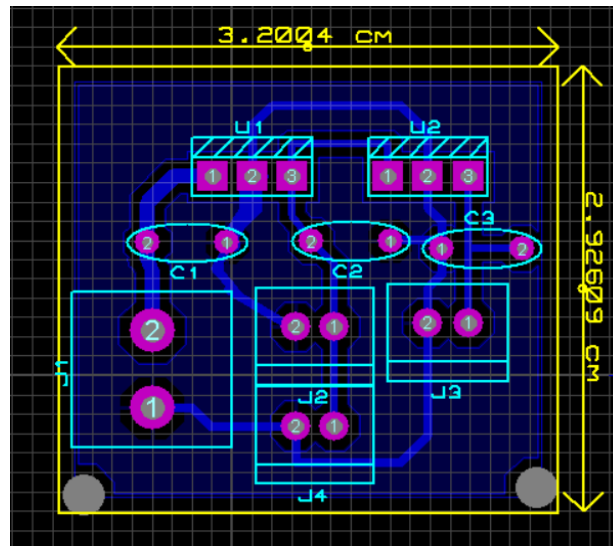


Figura.3.23.Observación para imprimir la simulación.

En la figura.3.24.Se puede ver el diseño de una fuente regulable 12v entrada, 5v de salida que alimenta al arduino y los circuitos de positivos y negativos de dichos elementos. Esto es la simulación del diseño electrónico para comprobar su funcionalidad en multisim. Como se ve en la siguiente imagen.

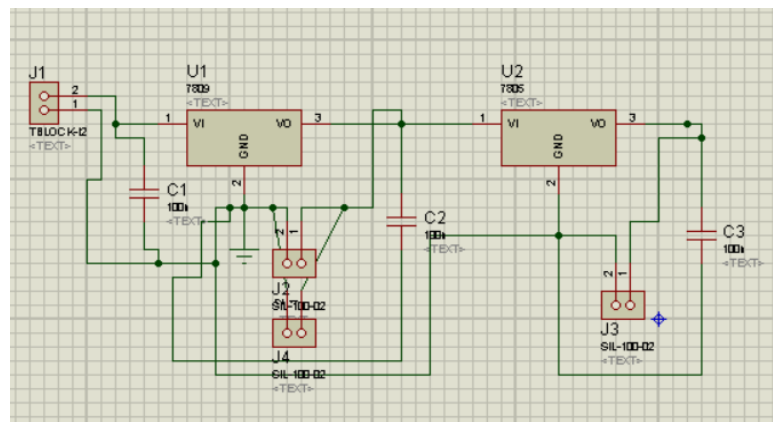


Figura.3.24.Simulación del multisim.

CAPÍTULO 4. PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Graficas

Se presenta los datos obtenidos de la intensidad de luz en función al movimiento angular de uno de los polarizadores como se puede ver en la figura 4.25. Se presenta las siguientes graficas donde se puede apreciar el movimiento angular respecto a la intensidad de luz y se logra ver como varia respecto al movimiento angular.

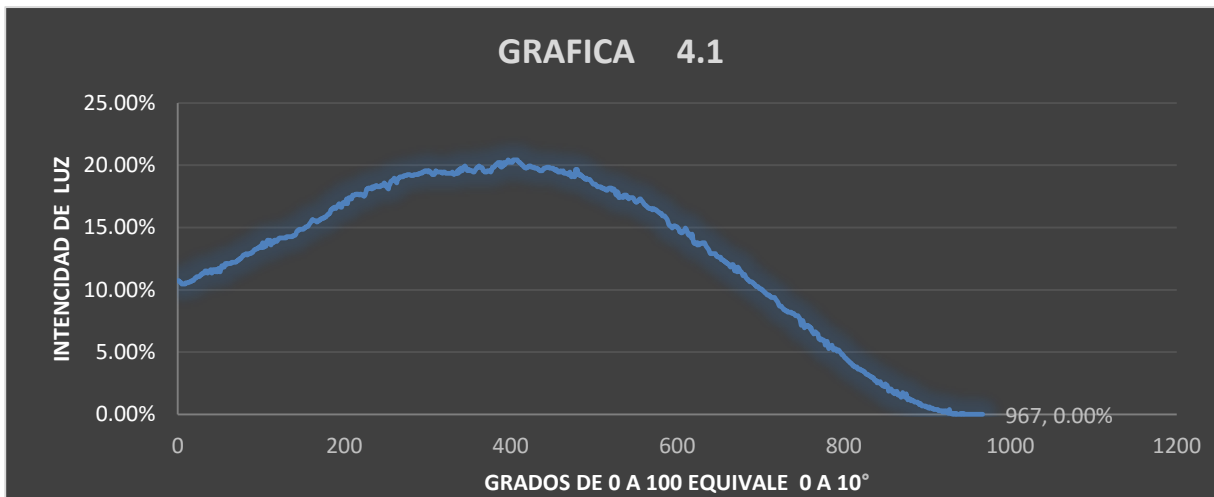


Figura.4.25. Se logra ver el movimiento de la intensidad de luz respecto al número de pasos, en este caso va de 0 a 1000 que representa de 0 a 100°.

Figura 4.26. En esta grafica se muestra la intensidad de luz como va variando que va de 0 a 90 grados y se logra ver que cuando comienza de 0° su intensidad de

luz es de 28.45% y a partir de 8° la intensidad de luz es de 15.25% de tal manera que la intensidad de luz es una diferencia mínima hasta llegar a 44° la intensidad de luz es de 14.66%, dado el caso que cuando logra a llegar de 88° a 90° la intensidad de luz llega a 0% es cuando logra polarizar.

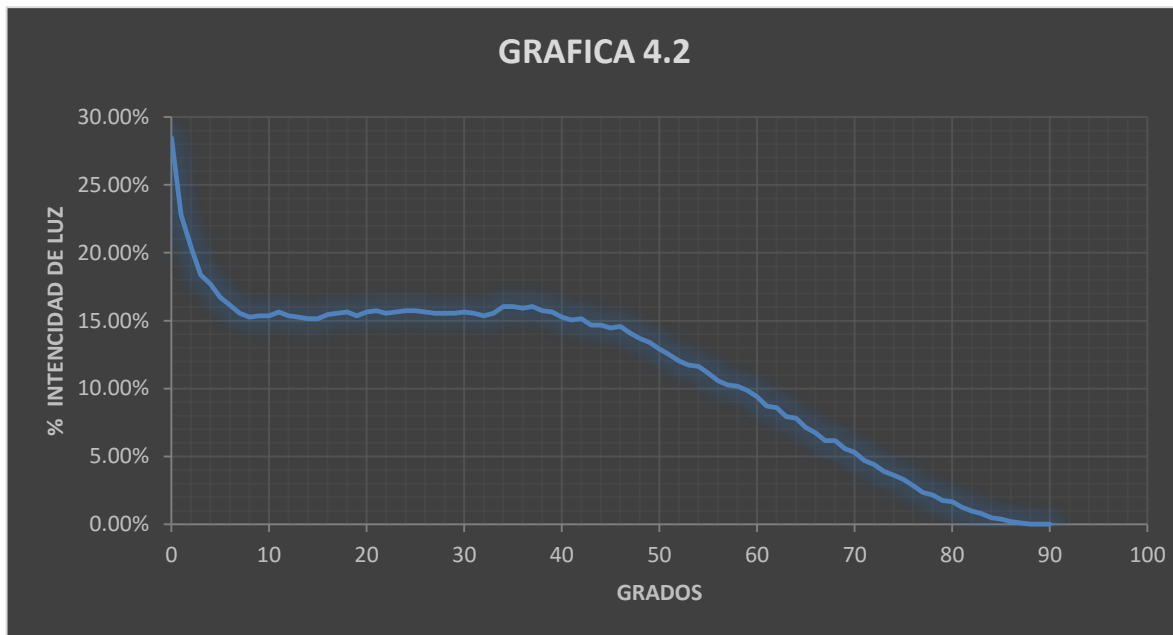


Figura.4.26.Diferencia mínima de intensidad de luz durante el movimiento angular.

Figura.4.27. Esta grafica se captó con la luz incidente y se logra ver un gran cambio de intensidad de luz y se logra observar como decrecimiento la intensidad de luz en este caso cuando está en 0° su intensidad de luz es de 28.45%, hasta llegar a 8° su intensidad de luz es de 15.25% la diferencia es mínima, y cuando llega a 43° la intensidad de luz es de 14.66% y se ve el gran cambio de como la intensidad de luz decrecimiento hasta que logra polarizar en los 90° la intensidad de luz es mínima de 0%.

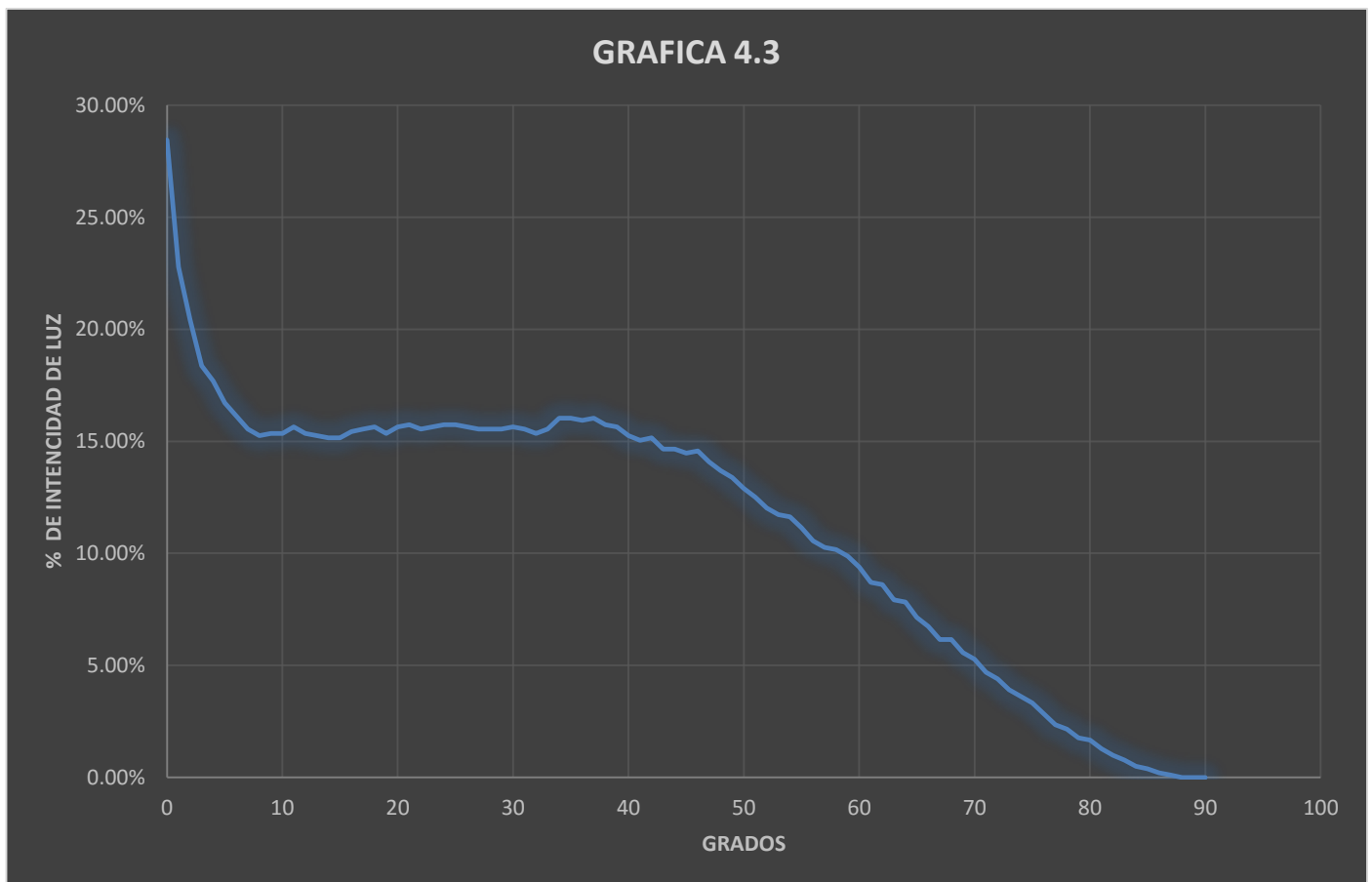


Figura 4.27. En esta grafica la intensidad de luz hace una mínima diferencia de intensidad de luz respecto al movimiento angular hasta llegar a 0% de intensidad de luz.

En la figura 4.28. Se observar como la intensidad que capta cuando va en 1° se ve como decremanta a 24.14% y en 2° incrementa a 27.37% y llegando a 5° decremanta a 15.74% haciendo el movimiento de incrementa y decremanta en 7° la intensidad de luz es de 18.28%, luego hace sus cambios de no mucha diferencia a partir de 14° la intensidad de luz es de 17.79% y es así como ya no vuelve a incrementar aunque en 82° la intensidad de luz es de 0.98% hasta que polariza en los 90° que la intensidad de luz es de 0%.



Figura 4.28. En esta grafica se ve un gran cambio de intensidad de luz a partir de 0° a 10° se ve como incremento y decremento jugando la intensidad de luz y a partir de 11° comienzo a decremantar hasta polarizar en 90° .

En la figura 4.29. Se puede ver la línea de que la intensidad de luz es bastante alta es decir en un porcentaje de 31.9 estando en 0° que es el inicio de grados y así sucesivamente se puede ir viendo como baja la intensidad de luz hasta llegar a 90° y la intensidad de luz es de 0%.

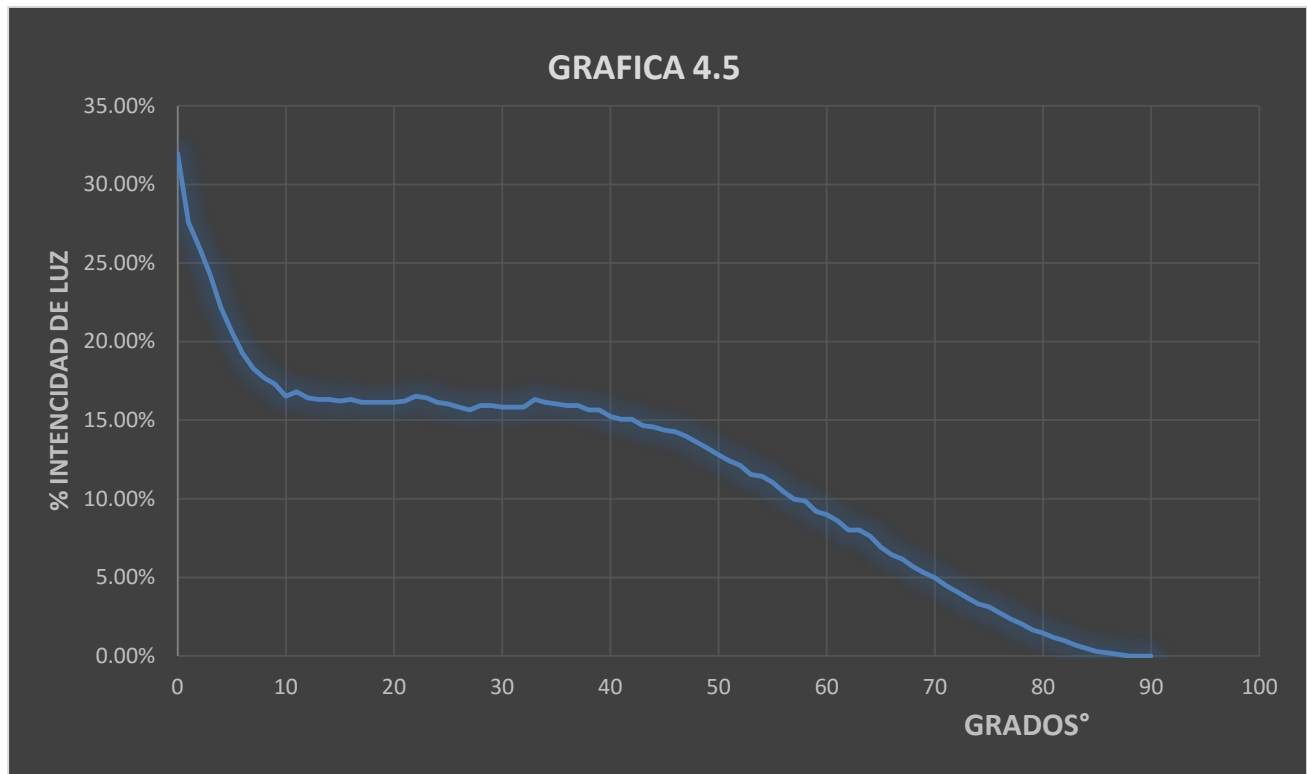


Figura 4.29. En esta grafica si se logra ver una intensidad de luz más compleja haciendo los cambios de movimiento angular es decir no hay mucha perdida de luz.

Se mostraran las siguientes gráficas y se ve como en unas varían la intensidad de luz y en otras no varían estas son similares a las anteriores, para los que gusten ver en donde varia la intensidad de luz se puede acercar la flecha del mouse y ya automáticamente arroja los puntos tantos de grados como la cantidad de la intensidad de luz que va dando.

En la figura 4.30. se puede ver la intensidad de luz, un ejemplo podría ser de que cuando está en 20° su intensidad de luz es de 15.44%, y en la figura 4.31. Se ve la

diferencia de luz, como es en este caso cuando está en 20° , la intensidad de luz es de 14.17%, en este caso la intensidad de luz hay una diferencia de 1.27% de luz.

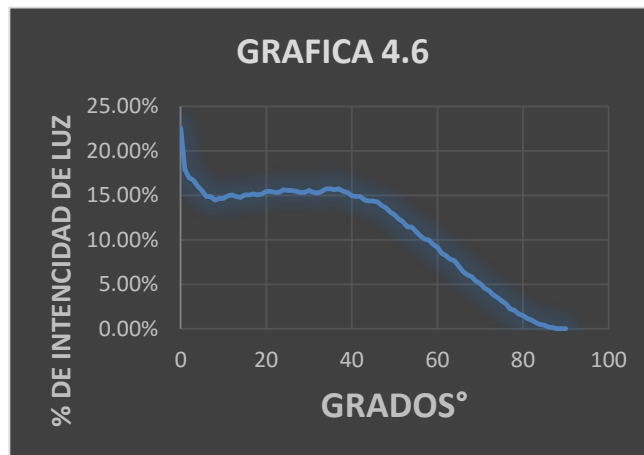


Figura 4.30. se observa una gráfica compleja es decir que no hay mucha diferencia de intensidad de luz que va pasando durante el movimiento angular.

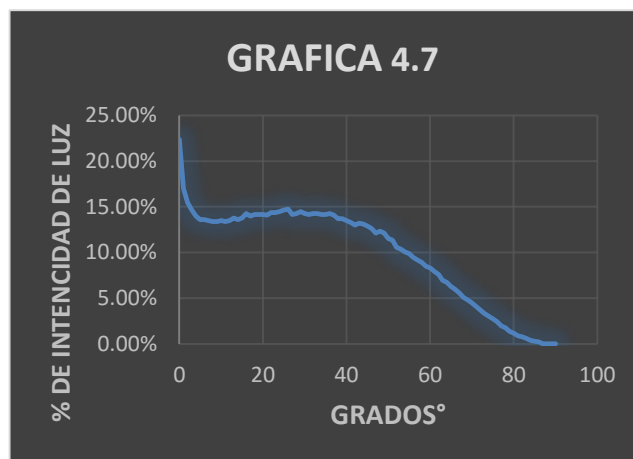


Figura 4.31. Se observa la gráfica es similar a la figura 4.30 solo que en la intensidad de luz hay una mínima diferencia.

En las siguientes figuras se ve idénticas las gráficas pero hay una diferencia de 1.08% de intensidad de luz estando en la misma posición de grados, en este caso en la figura 4.32. Cuando está en 9° la intensidad de luz es de 15.74%, mientras que en la figura 4.33. En 9° la intensidad de luz es de 14.66%.

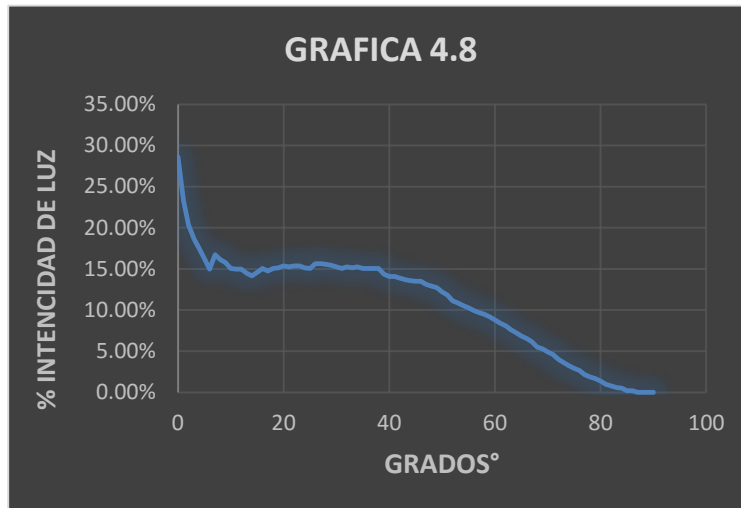
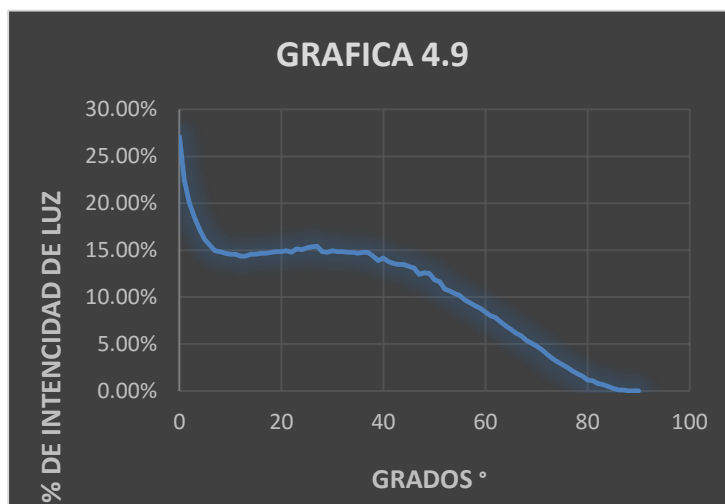


Figura 4.32. En esta grafica la intensidad de luz no es muy estable como se puede ver en el caso de 6° la intensidad de luz es de 14.96% incrementando en 8° dando una intensidad de luz de 16.13%.



En la Figura 4.33. Representa una intensidad de luz muy similar a la figura 4.31, dando en si una diferencia mínima respecto al movimiento angular.

En las siguientes graficas si se logran apreciar es que hay muchas diferencias entre cada una de ellas en las que se ve que la variedad de intensidad de luz es

muchísima es decir la figura 4.34. Se logra ver que cuando está en 0° comienza en 15.25% de intensidad de luz y cuando llega a 1° comienza a incrementar a una gran cantidad de intensidad de luz, mientras en la figura 4.35. Se observa que en 0° está en 26.69% de intensidad de luz y decremento hasta que llega a 8° y en la figura 4.36. se logra ver una gráfica muy distinta a las antes mencionada es decir en este caso en 0° comienza con una intensidad de luz de 15.93% y no es mucho lo que comienza a decremento y se mantiene de una pequeña variación de luz en los grados que valla el movimiento.

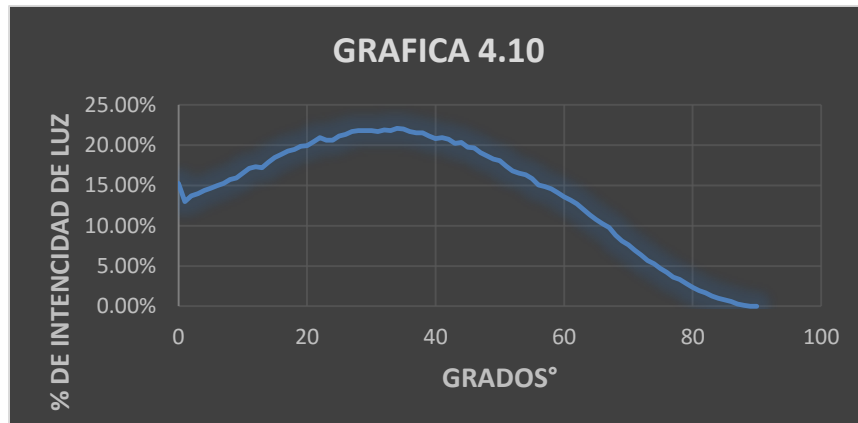


Figura 4.34. En esta gráfica se observa el comportamiento de la intensidad de luz en un gran cambio durante el movimiento angular.

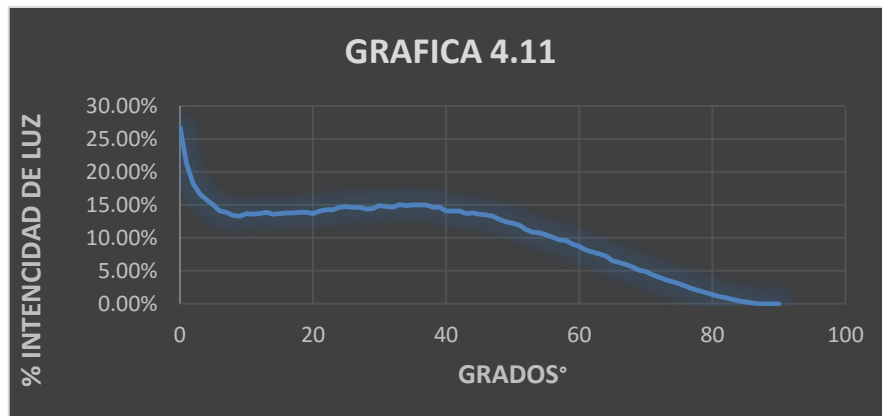


Figura.4.35. En la gráfica se observa que no hay pérdida en la intensidad de luz con respecto al movimiento angular.



Figura 4.36. En la gráfica se puede ver como la intensidad de luz hace muchos cambios durante el movimiento angular como en la figura 4.29.

4.2 Comparación de los resultados

En las siguientes tres graficas podemos observar de como se ve la intensidad de luz dependiendo de cada grado que va rotando es decir de 0° a 90° .

En la figura 4.37.el color azul y amarillo se muestra captando la intensidad de luz hablando del estado luz ambiental y naranja y amarillo es cuando le toca la claridad del día. Como se puede observar la gran diferencia que hay entre estas graficas como en el caso azul y amarillo cuando están en 0° esta en 26.69% de intensidad de luz es precisamente el mismo porcentaje, y respecto a la gráfica rojo y morado si hay una diferencia de intensidad de luz, como se observa la diferencia en este caso cuando el rojo esta en 0° la intensidad de luz es de 15.25%, mientras que la gráfica morada cuando está en 0° es de 15.93% la intensidad de luz.

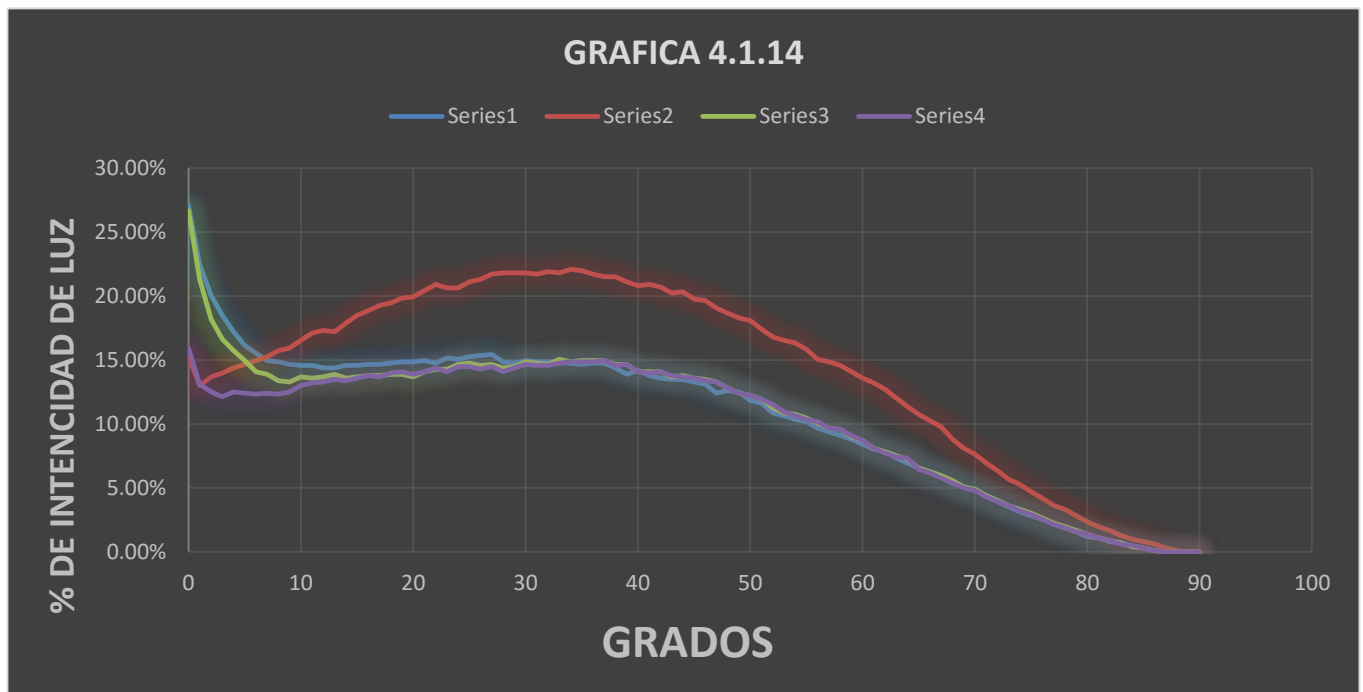


Figura 4.37.En esta grafica se logra ver las diferencias que hace la intensidad de luz respecto al movimiento angular.

En la figura 4.38. se ve un gran cambio a la graficas anteriores es decir en esta grafica se ve la diferencia de la gráfica roja marcada como serie 2, se puede ver que cuando está en 0° la intensidad de luz es de 26.98%, y hace muchos bajones a diferencias de la gráfica azul y amarilla, en el caso de la gráfica azul cuando está en 0° la intensidad de luz es de 28.45%, la intensidad es más alto, pero en el caso de la gráfica amarilla la intensidad de luz es más bajo a diferencias de los otros, cuando está en 0° la intensidad de luz es de 22.58%.

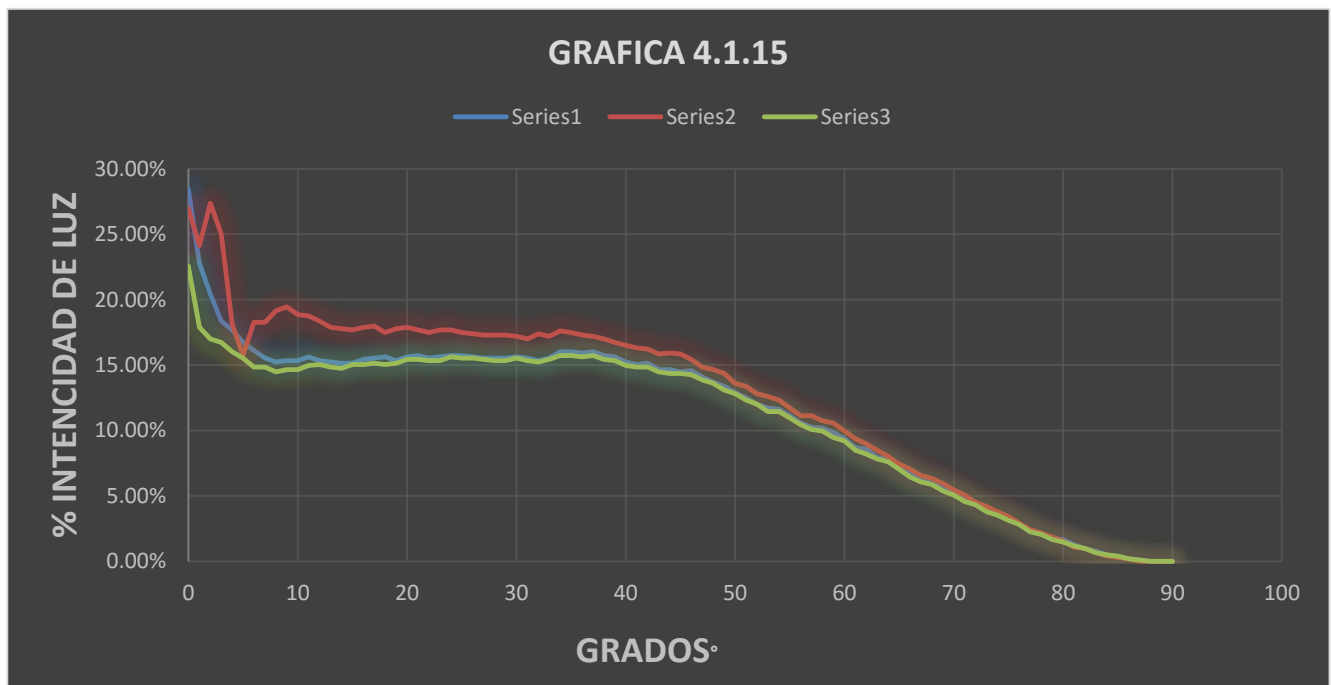


Figura 4.38. Esta grafica son diferencias de intensidades de luz dado el caso de la serie 2 se ve como incrementa y decrementa mientras que en la serie 1 y 3 lleva una intensidad de luz similares.

En la figura 4.39 se ve el comportamiento de cada gráfica y la diferencia que hay entre cada una de ellas es mínima en este caso la gráfica azul cuando está en 0° la intensidad de luz es de 31.96%, la gráfica amarilla cuando está en 0° es de 28.64% la intensidad de luz, la gráfica morada cuando está en 0° la intensidad de luz es de 23.85%, y la gráfica roja cuando está en 0° la intensidad de luz es de 22.39%.



Figura.4.39. En esta grafica la intensidad de luz son similares como en el caso anterior, es decir en la serie 1,2,y 4, no hay mucha perdida es decir que se mantiene de forma estable a comparación de la serie 3 por que en la serie 3 se ve que ha perdidas de intensidad de luz, durante el movimiento angular.

CONCLUSIONES

En conclusión este proyecto fue realizado con sistemas ópticos que necesitan de un buen sistema de alineación. Este sistema de alineación se construyó con material ABS proveniente de una impresora 3D. El movimiento angular propuesta desde los objetivos fue obtenido, sin embargo nos crea un problema a resolver en un futuro de mejorar el movimiento de la banda que ejerce el movimiento del engranaje para reducir el movimiento angular a 0,1 grados, ya que éste presenta pequeños saltos a la hora de ejecutar. El polarizador incrustado en el diseño fue simple con un diseño de sujeción fuerte para que el movimiento angular no afectase su alineación. Finalmente, que los resultados presentados en el capítulo 4, fueron satisfactorios ya que se ve como la intensidad del láser va disminuyendo en función al movimiento angular de un máximo de 90° a un mínimo de 0° . dependiendo del movimiento que hace se ve el comportamiento de la intensidad de luz como incremento y decremento.

REFERENCIAS

- [1] Washington Jiménez Brito. Diseño, construcción y control de un prototipo de corte en el plano horizontal con motores de pasos, controlados por pc. Escuela Politécnica.pp. 7075., 2005.
- [2] Belenes Vázquez. Tema 11: Reflexión, refracción y polarización (resumen). Fundamentos Físicos de la Ingeniera, 2000.
- [3] Dr. Antonio Juárez Reyes. Diseño y automatización de un monocromador óptico. Master's thesis, Universidad la Salle Cuernavaca, 2000. pp. 63-65.
- [4] Cesar Batz Saquimux. Diseño y construcción de un brazo robótico. Master's thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniera Escuela de Ingeniera en Ciencias y Sistemas, 2005. pp. 100-110.
- [5] Rodrigo Budines Lara. Diseño y simulación de un instrumento para la estimación de torque de un motor paso a paso. , Universidad De Chile Facultad De Ciencias Físicas Y Matemáticas Departamento De Ingeniera Eléctrica, pages pp. 5460., 2007.
- [6] Fabián Delgado Miranda. Automatización de un taladro fresador. Master's thesis, Universidad De Santiago De Chile Facultad De Ciencia Departamento De Fsica, 2012. pp. 60-65.
- [7] <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.

ANEXOS

A.1 Datasheet del *uIn2003apg*.

TOSHIBA

ULN2003.04APG/AFWG

TOSHIBA Bipolar Digital Integrated Circuit Silicon Monolithic

ULN2003APG,ULN2003AFWG
ULN2004APG,ULN2004AFWG

7-ch Darlington Sink Driver

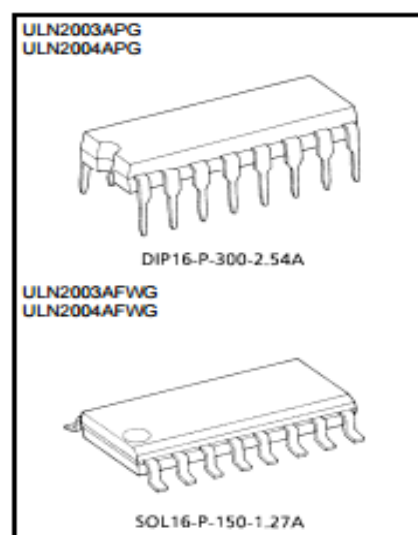
The ULN2003APG/AFWG Series are high-voltage, high-current darlington drivers comprised of seven NPN darlington pairs. All units feature integral clamp diodes for switching inductive loads.

Applications include relay, hammer, lamp and display (LED) drivers.

Features

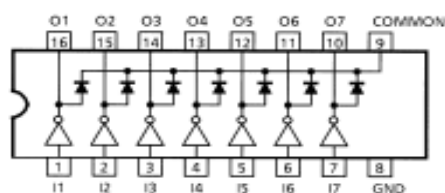
- Output current (single output): 500 mA max
- High sustaining voltage output: 50 V min
- Output clamp diodes
- Inputs compatible with various types of logic
- Package Type-APG: DIP-16pin
- Package Type-AFWG: SOL-16pin

Type	Input Base Resistor	Designation
ULN2003APG/AFWG	2.7 k Ω	TTL, 5 V CMOS
ULN2004APG/AFWG	10.5 k Ω	6 to 15 V PMOS, CMOS



Weight
DIP16-P-300-2.54A : 1.11 g (typ.)
SOL16-P-150-1.27A: 0.15 g (typ.)

Pin Connection (top view)



Electrical Characteristics (Ta = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Test Circuit	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Output leakage current	I_{CEX}	1	$V_{CE} = 50\text{ V}, T_a = 25^\circ\text{C}$	—	—	50	μA
			$V_{CE} = 50\text{ V}, T_a = 85^\circ\text{C}$	—	—	100	
Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	2	$I_{OUT} = 350\text{ mA}, I_{IN} = 500\text{ }\mu\text{A}$	—	1.3	1.6	V
			$I_{OUT} = 200\text{ mA}, I_{IN} = 350\text{ }\mu\text{A}$	—	1.1	1.3	
			$I_{OUT} = 100\text{ mA}, I_{IN} = 250\text{ }\mu\text{A}$	—	0.9	1.1	
DC Current transfer ratio	h_{FE}	2	$V_{CE} = 2\text{ V}, I_{OUT} = 350\text{ mA}$	1000	—	—	—
Input current (output on)	ULN2003A	$I_{IN(ON)}$	3	$V_{IN} = 2.4\text{ V}, I_{OUT} = 350\text{ mA}$	—	0.4	0.7
	ULN2004A						
				$V_{IN} = 9.5\text{ V}, I_{OUT} = 350\text{ mA}$	—	0.8	1.2
Input current (output off)	$I_{IN(OFF)}$	4	$I_{OUT} = 500\text{ }\mu\text{A}, T_a = 85^\circ\text{C}$	50	65	—	μA
Input voltage (output on)	ULN2003A	$V_{IN(ON)}$	5	$V_{CE} = 2\text{ V}$ $h_{FE} = 800$	—	—	V
Clamp diode reverse current	I_R	6	$V_R = 50\text{ V}, T_a = 25^\circ\text{C}$	—	—	50	μA
			$V_R = 50\text{ V}, T_a = 85^\circ\text{C}$	—	—	100	
Clamp diode forward voltage	V_F	7	$I_F = 350\text{ mA}$	—	—	2.0	V
Input capacitance	C_{IN}	—	—	—	15	—	pF
Turn-on delay	t_{ON}	8	$V_{OUT} = 50\text{ V}, R_L = 125\text{ }\Omega$ $C_L = 15\text{ pF}$	—	0.1	—	μs
Turn-off delay	t_{OFF}	8	$V_{OUT} = 50\text{ V}, R_L = 125\text{ }\Omega$ $C_L = 15\text{ pF}$	—	0.2	—	

A.2 Programa del microcontrolador

/ Motor Paso a Paso ajustado a grados y velocidad.*

by: Nohely Isabel De La Cruz Vazquez Residencia Profesional

Arduino Driver ULN200

8 IN1

9 IN2

10 IN3

11 IN4

**/*

int retardo=5; // Tiempo de retardo en milisegundos (Velocidad del Motor)

int dato_rx; // valor recibido en grados

int numero_pasos = 0; // Valor en grados donde se encuentra el motor

String leeCadena; // Almacena la cadena de datos recibida

int motorSpeed = 0; //variable to set stepper speed

int potPin = 2; //potentiometer connected to A2

int potValue = 0; //variable to read A0 input

const int sensorLuz = A1;

int luminosidadMedia;

void setup() {

Serial.begin(9600); // inicializamos el puerto serie a 9600 baudios

pinMode(11, OUTPUT); // Pin 11 conectar a IN4

pinMode(10, OUTPUT); // Pin 10 conectar a IN3

```

pinMode(9, OUTPUT);    // Pin 9 conectar a IN2
pinMode(8, OUTPUT);    // Pin 8 conectar a IN1
pinMode(sensorLuz, INPUT);
}

void loop() {
  while (Serial.available()) { // Leer el valor enviado por el Puerto serial
    delay(retardo);
    char c = Serial.read();    // Lee los caracteres
    leeCadena += c;           // Convierte Caracteres a cadena de caracteres
  }
  if (leeCadena.length()>0){
    dato_rx = leeCadena.toInt(); // Convierte Cadena de caracteres a Enteros
    //motorSpeed = leeCadena.toInt();
    Serial.print(dato_rx);      // Envia valor en Grados
    Serial.println(" Grados");
    /*Serial.print(motorSpeed);
    Serial.println(" velocidad"); */
    delay(retardo);
    dato_rx = (dato_rx * 1.422222222); // Ajuste de 512 vueltas a los 360 grados
    // motorSpeed = (motorSpeed/15 + 5);
  }
  /* if (leeCadena.length()>0){
    motorSpeed = leeCadena.toInt();
    Serial.print(motorSpeed);
  }
}

```

```

        Serial.println(" velocidad");

        delay(retardo);

        motorSpeed = (motorSpeed/15 + 5);
    }
*/

    while (dato_rx>numero_pasos){ // Giro hacia la izquierda en grados

        paso_izq();

        numero_pasos = numero_pasos + 1;
    }

    while (dato_rx<numero_pasos){ // Giro hacia la derecha en grados

        paso_der();

        numero_pasos = numero_pasos -1;
    }

    leeCadena = ""; // Inicializamos la cadena de caracteres recibidos

    apagado(); // Apagado del Motor para que no se caliente


    potValue = analogRead(potPin);

    //Serial.println(potValue);

    if (potValue < 1024){

        motorSpeed = (potValue/15 + 1);

    }

    /* else { //value of the potentiometer is 512 - 1024

```

```

    motorSpeed = ((1024-potValue)/15 + 5); //scale potValue for motor speed

    }*/
} ////////////////////////////////////////////////// Fin del Loop //////////////////////////////////

```

```

void paso_der(){      // Pasos a la derecha

```

```

    const int sensorLuz = A1;

```

```

    float luminosidad;

```

```

    luminosidad = analogRead(A1);

```

```

    luminosidad = (luminosidad * 100) / 1023;

```

```

    digitalWrite(11, LOW);

```

```

    digitalWrite(10, LOW);

```

```

    digitalWrite(9, HIGH);

```

```

    digitalWrite(8, HIGH);

```

```

    Serial.print(luminosidad);

```

```

    Serial.println("%");

```

```

    delay(motorSpeed);

```

```

    digitalWrite(11, LOW);

```

```

    digitalWrite(10, HIGH);

```

```

    digitalWrite(9, HIGH);

```

```

    digitalWrite(8, LOW);

```

```

    Serial.print(luminosidad);

```

```

    Serial.println("%");

```

```

    delay(motorSpeed);
digitalWrite(11, HIGH);
digitalWrite(10, HIGH);
digitalWrite(9, LOW);
digitalWrite(8, LOW);
Serial.print(luminosidad);
Serial.println("%");
    delay(motorSpeed);
digitalWrite(11, HIGH);
digitalWrite(10, LOW);
digitalWrite(9, LOW);
digitalWrite(8, HIGH);
Serial.print(luminosidad);
Serial.println("%");
    delay(motorSpeed);
}

```

```

void paso_izq() {    // Pasos a la izquierda
    const int sensorLuz = A1;
    float luminosidad;

    luminosidad = analogRead(A1);
    luminosidad = (luminosidad * 100) / 1023;
digitalWrite(11, HIGH);
digitalWrite(10, HIGH);

```

```
digitalWrite(9, LOW);  
digitalWrite(8, LOW);  
Serial.print(luminosidad);  
Serial.println("%");  
delay(motorSpeed);  
digitalWrite(11, LOW);  
digitalWrite(10, HIGH);  
digitalWrite(9, HIGH);  
digitalWrite(8, LOW);  
Serial.print(luminosidad);  
Serial.println("%");  
delay(motorSpeed);  
digitalWrite(11, LOW);  
digitalWrite(10, LOW);  
digitalWrite(9, HIGH);  
digitalWrite(8, HIGH);  
Serial.print(luminosidad);  
Serial.println("%");  
delay(motorSpeed);  
  
digitalWrite(11, HIGH);  
digitalWrite(10, LOW);  
digitalWrite(9, LOW);  
digitalWrite(8, HIGH);  
Serial.print(luminosidad);
```

```
Serial.println("%");  
  
delay(motorSpeed);  
  
}
```

```
void apagado() {      // Apagado del Motor  
digitalWrite(11, LOW);  
digitalWrite(10, LOW);  
digitalWrite(9, LOW);  
digitalWrite(8,LOW);
```

A.3 Imagenes capturadas del proyecto terminado

En las siguientes figuras se pueden observar las imagenes del proyecto terminado.

En la figura A3.40 y A3.41 se puede observar la parte de atrás es decir donde está la el receptor del láser.

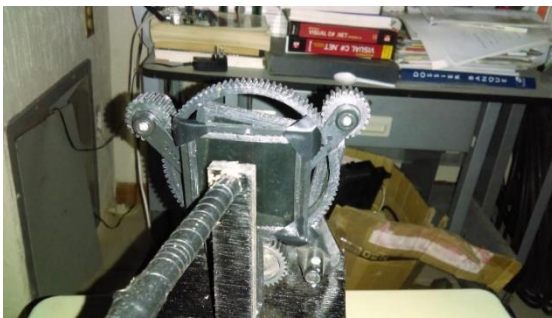


Figura A3.40.



Figura A3.41.

En la figura A3.42. Se muestra la parte lateral derecha donde se puede ver el gripper donde sostienen al polarizador y el receptor del láser.

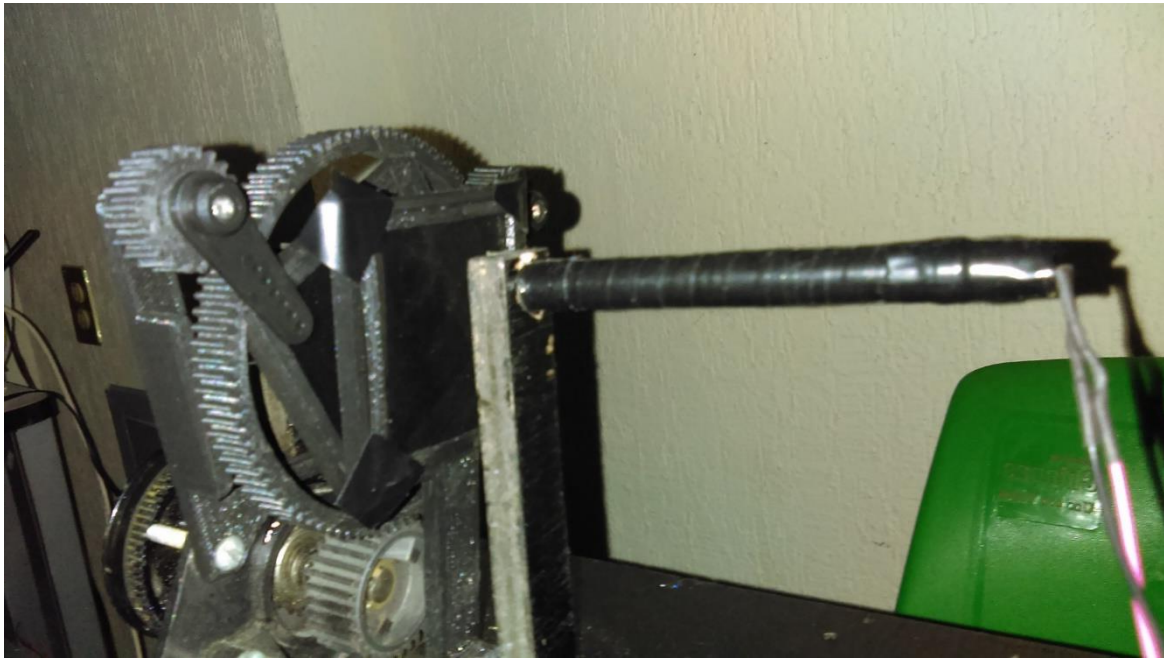


Figura A3.42

En la figura A3.43. Y A3.44. Se puede ver la programación del arduino para que tenga el funcionamiento del motor se le tiene que agregar 680 en el Puerto serial que es igual a 90° .

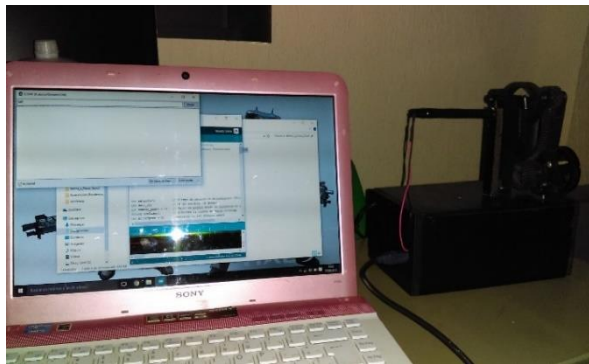


Figura A3.43.

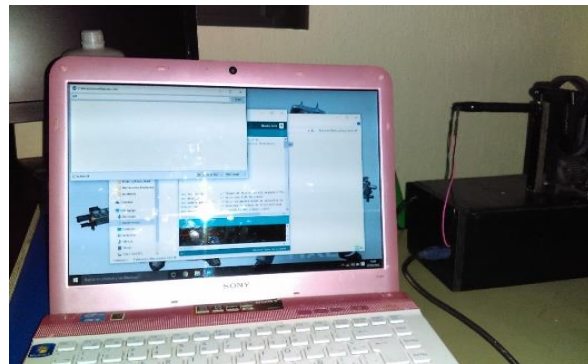


Figura A3.44.

En la figura A3.45. Se observa la parte superior, el laser, gripper, polarizadores, el laser, receptor, cargador que es la fuente de alimentacion.



Figura A3.45.

En la figura A3.46. Se observa la fuente reguladora que entra 12v y lo regula a 5v, y en la figura A3.47.se puede observar tanto la salida de la fuente que es un cargador y la alimentacion del arduino.



Figura A3.46.



Figura A3.47.

En la figura A3.48. Se observa la parte interior del proyecto donde están todas las conexiones de dicho proyecto es decir también hay partes con el arduino y el driver para el funcionamiento general del prototipo.

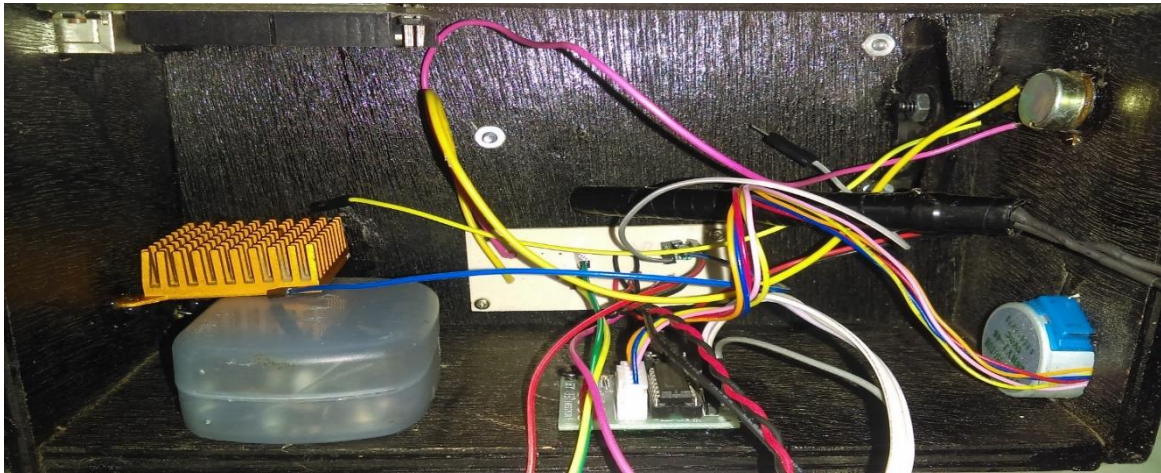


Figura A3.48.

En la figura A3.49. Se muestra la parte central del prototipo es la parte de enfrente como se puede observar la banda que hace el funcionamiento tanto la rotacion del motor que hace que funcione el gripper el que sostiene al polarizador dandole el funcionamiento d los 90°.

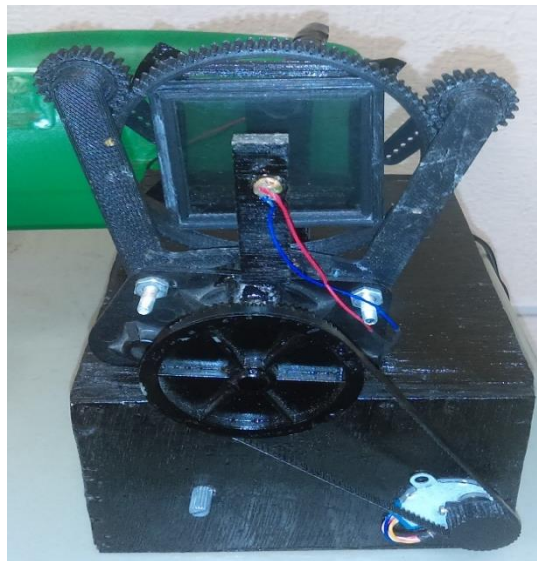


Figura A3.49

En la figura A3.50. Se puede observar parte inferior del prototipo donde se logra ver una placa de dicho funcionamiento que está conectado a todos los voltajes y todas las tierras para no usar un protoboard.

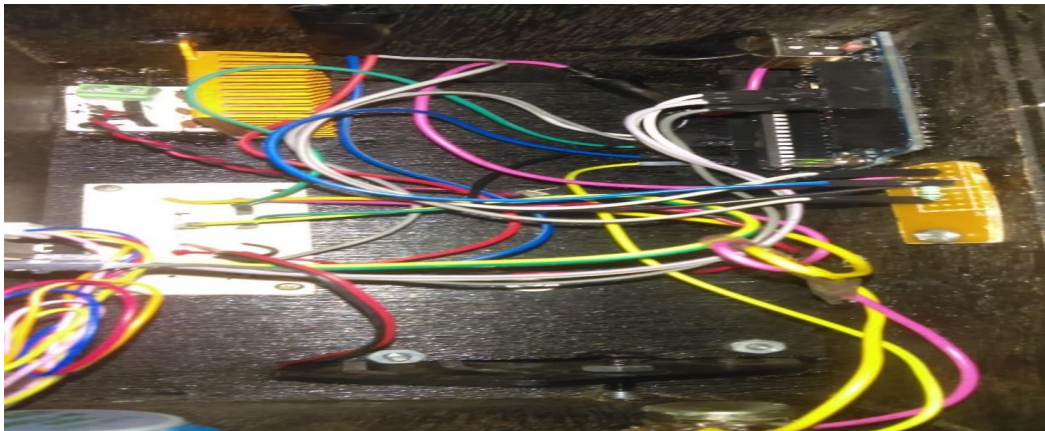


Figura A3.50.

En esta foto A3.51. Se muestra la fuente regulable donde va conectada la fuente de alimentación y la alimentación de la placa de los voltajes y tierras.



Figura A3.51.

En la figura A3.52. Se puede observar el motor, la banda que mueve al griper, se logra ver la base que sostiene al laser y los polarizadores y el potenciómetro que regula el grado de 0.1° a 1° .

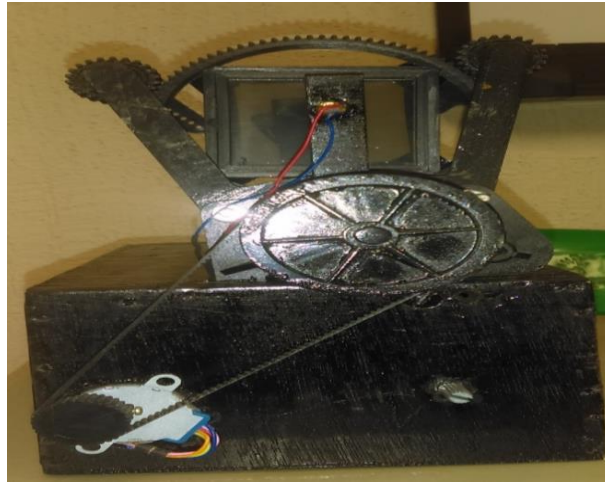


Figura A3.52.

A4. Apéndice – Manual de operación

Este proyecto funciona de la siguientes maneras, para que el motor comiense a girar en este caso se pondra 90° se abre el puerto serial y se le agraga 680 que equivale a los 90° y asi comiensa hacer el movimiento polarizando como se muestran en las graficas anteriores de prueba. puerto serial es para ir viendo como va captando la intencidad de luz que nos va dando es aquí donode puede ser visible.

En la Figura A4.53. Podemos ver como ponerle para el funcionamiento del motor, donde esta la lupa que se ve es para poder ver el com donde nos da la intensidad de luz.

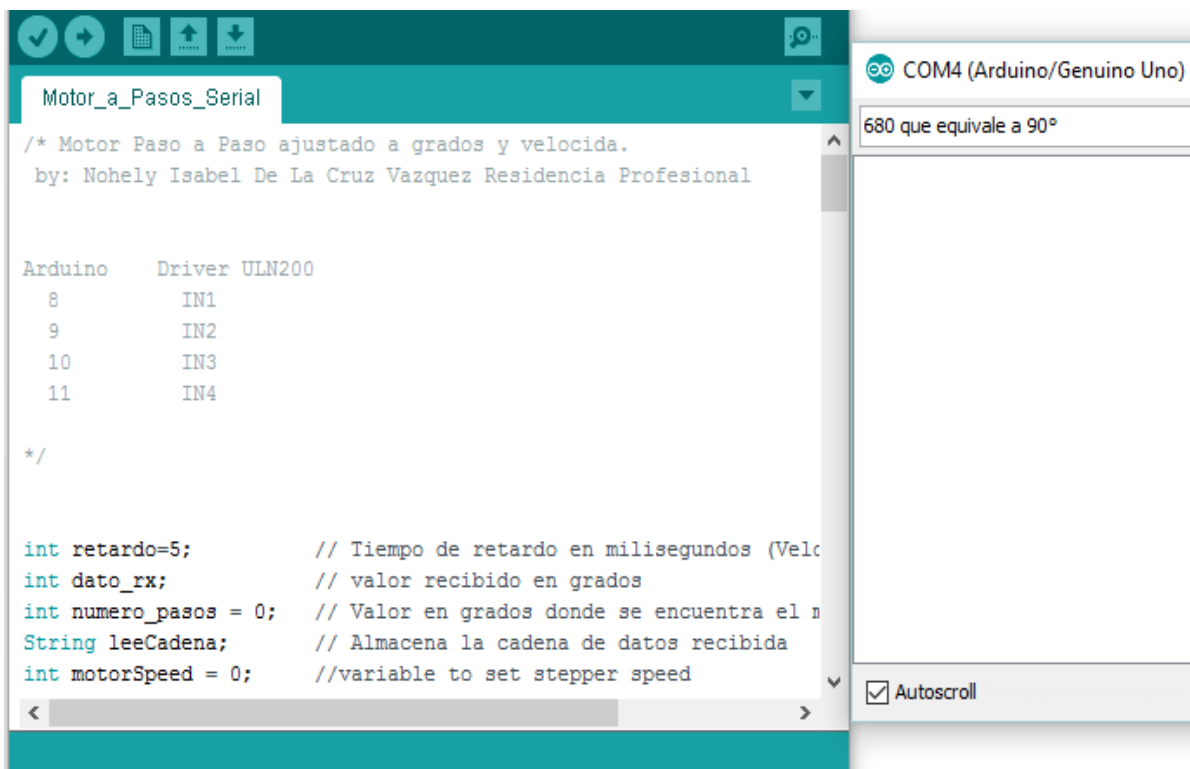


Figura A4.53.

En la Figura A4.54. se puede apreciar que ya esta en funcionamiento el motor por lo tanto se le puso 680 que donde esta captando ya la intensidad de luz que esta pasando como se ve el COM 4.

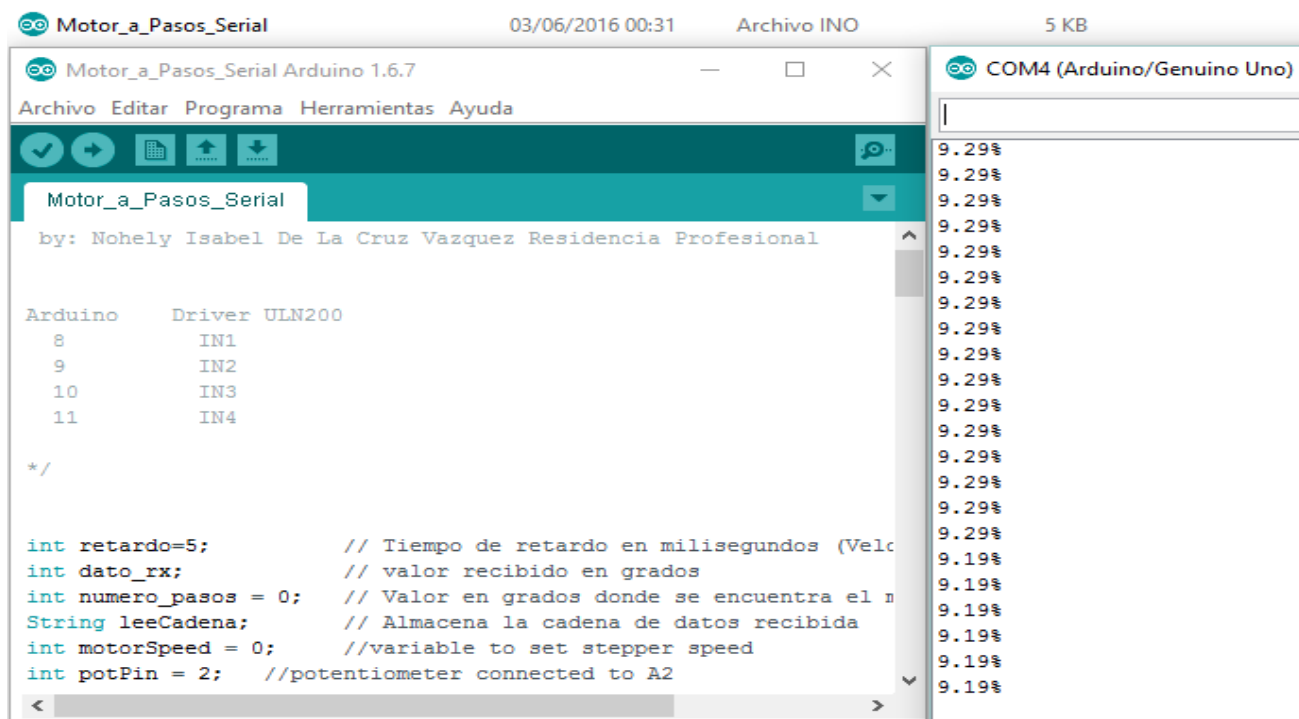


Figura A4.54.

Para poder llevar acabo las gráficas ahí que copiar los números del COM a Excel y poder tabular como se ve en la siguiente Figura A4.55.

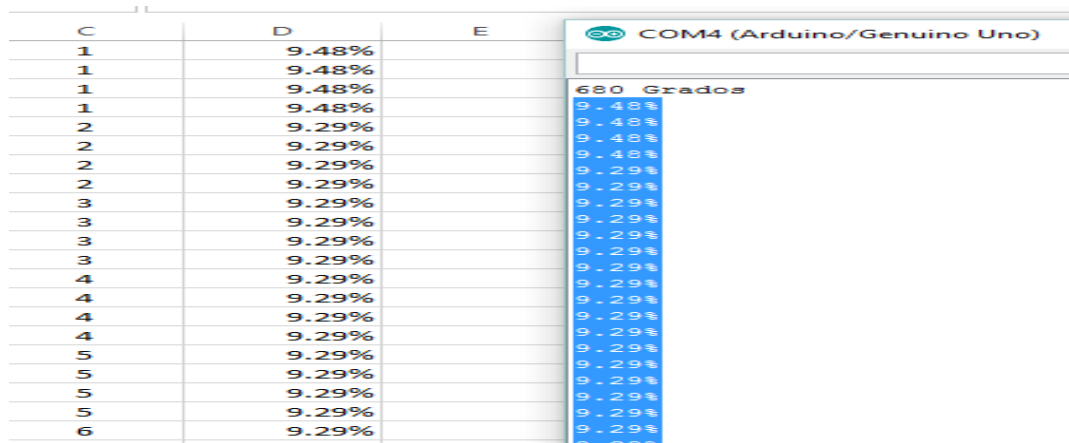


Figura A4.55.

En este caso para poder hacer otras pruebas después de que allá terminado su giro de 0 a 90° se tiene que estabilizar a su movimiento real es decir se le agrega el 0 donde hace lo contrario de 90° a 0° como se puede apreciaren la siguiente Figura A4.56.

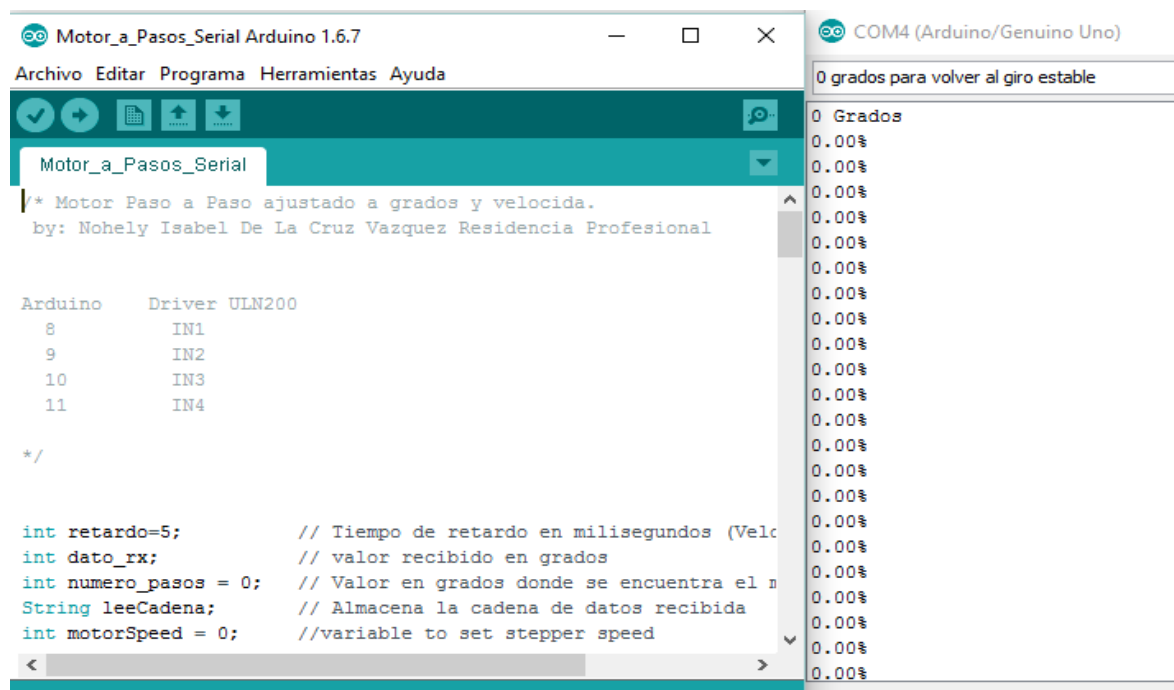


Figura A4.56.

En dado caso de que se llegue a olvidar de regresar a 0 no servirá la siguiente prueba, ya que al darle los $680^\circ = 90^\circ$ no servirá será error porque el movimiento hará lo contrario marcara de 90° a 0y todos los resultados comenzaran de 0% de intensidad de luz hasta llegar a la intensidad máxima de luz que se esté captando al momento como se puede ver la Figura A4.57.

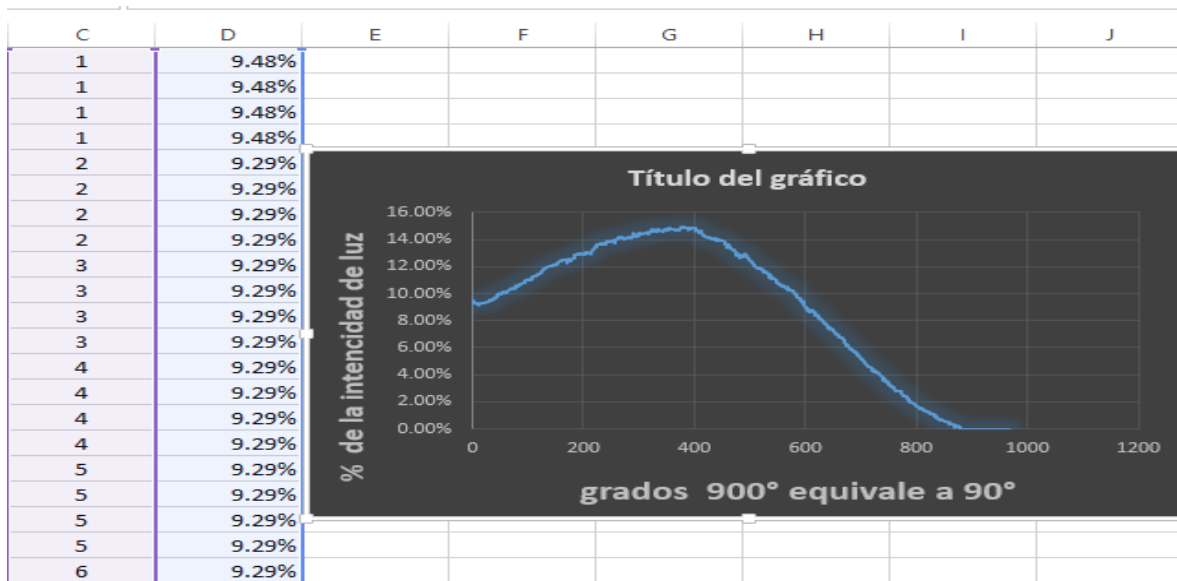


Figura A4.57.

Y es así como nos da la gráfica de los datos anteriores. Aquí se está utilizando 10° que equivale a 1.

En la figura A4.58. Se están trabajando en el com4 monitor serial agregando los siguientes valores correspondidos a la imagen.

Q	R
°D.M.S	° REAL
680°	90°
1360°	180°
2040°	270°
2720°	360°

Figura A4.58.

- ❖ ° dms= grados de monitor serial.
- ❖ ° real= grados correspondientes.

NOTA:

Esto es lo que equivalen cada caso, por lo regular solo se utilizó de 0 a 90° que es lo que necesitaba a un que en otros casos si se desea obtener los siguientes que es de 0 a 360° solo dará un mismo resultado respecto a las gráficas.