

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Diseño e Implementación de  
Prototipo de Escáner 3D

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:  
ING. RICARDO EDGARDO QUINTANILLA PADILLA

ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SANTA ANA

FEBRERO 2017



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA





INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Diseño e Implementación de  
Prototipo de Escáner 3D

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:  
ING. RICARDO EDGARDO QUINTANILLA PADILLA

ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SANTA ANA

FEBRERO 2017



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



**Rectora**

Licda. Elsy Escolar SantoDomingo

**Vicerrector Académico**

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

**Vicerrectora Técnica Administrativa**

Inga. Frineé Violeta Castillo

**Dirección de Investigación  
y Proyección Social**

Ing. Mario Wilfredo Montes, Director

Ing. David Emmanuel Ágreda

Inga. Lorena Victoria Ramírez de Contreras

Sra. Edith Aracely Cardoza

**Director Centro Regional Santa Ana**

Ing. Manuel Antonio Chicas Villeda

004.75

Q7p Quintanilla Padilla, Ricardo Edgardo, 1976-  
Diseño e implementación de prototipo de escáner 3D/  
sv Ricardo Edgardo Quintanilla Padilla. -- 1ª ed. -- Santa  
Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2017.  
43 p. ; 28 cm.

ISBN : 978-99961-50-56-2

1. Dispositivos ópticos de reconocimiento de  
caracteres - 2. Electrónica – aparatos e instrumentos  
fotoelectrónicos. I. Título.

**Autor**

Ing. Ricardo Edgardo Quintanilla Padilla

**Docente de Apoyo**

Ing. Henry Magari Vanegas Rodríguez

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2017

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de este informe de investigación no puede ser reproducido parcial o totalmente sin previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE  
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: [www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

TEL: (503)2132-7423

---

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	4
2.2.	JUSTIFICACIÓN .....	5
3.	OBJETIVOS .....	5
3.1.	OBJETIVO GENERAL: .....	5
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	5
4.	HIPÓTESIS .....	6
5.	ANTECEDENTES .....	6
6.	MARCO TEÓRICO .....	10
6.1.	ARDUINO UNO .....	10
7.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	14
8.	RESULTADOS.....	16
8.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES .....	17
8.2.	DISEÑOS .....	21
8.3.	FOTOGRAFÍAS .....	23
8.4.	LIMITANTES.....	35
9.	CONCLUSIONES .....	35
10.	RECOMENDACIONES .....	35
11.	GLOSARIO .....	36
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
13.	ANEXOS.....	38

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El Modelado 3D se está integrando en nuestra sociedad de manera muy rápida: solo basta observar los anuncios publicitarios emitidos por televisión, prácticamente todos contienen 3D; en el área de la construcción, el cliente no se termina de convencer hasta que no se le muestra una pre visualización de cómo va a quedar el producto que va a pagar; también existen los catálogos de piezas industriales vía web que se muestran en 3D.

Existen diferentes maneras de obtener modelos 3D, se pueden crear con programas profesionales de diseño 3D, pero estos requieren tiempo y conocimiento del programa para lograr crear objetos 3D reales. Otra forma de obtener un modelo 3D sería mediante el escaneado láser de la figura que queremos analizar. Los escáneres actualmente tienen un precio elevado para la gran mayoría de gente y por tal razón una alternativa asequible para poder convertir objetos cotidianos en modelos 3D a un bajo precio es la fabricación de nuestro propio escáner.

Los escáneres 3D están en una curva ascendente en cuanto a uso a nivel profesional y particular; debido a las múltiples ventajas que nos ofrecen (en patrimonio cultural, en control de calidad, en ingeniería inversa, etc.), ya que nos permiten convertir un objeto real en uno virtual para analizarlo, interpretarlo, modificarlo o reproducirlo.

Este proyecto contribuirá al aprendizaje de los alumnos de la carrera de Gestión Tecnológica del Patrimonio Cultural, pues les permitirá analizar detalles específicos de objetos del Patrimonio Cultural de nuestro país, generados por un escáner 3D, diseñado y fabricado por ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana. Este escáner permite tener modelos 3D a partir de objetos de pequeñas dimensiones existentes, y que su uso y manipulación es delicada y los permisos para acceder a dichos patrimonios es limitado.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para poder analizar detalles específicos de objetos del Patrimonio Cultural de nuestro país es necesario hacer uso de modelos en 3 dimensiones generados mediante programas de diseño 3D. Pero hay ocasiones donde no se cuenta con dichos modelos para algún objeto en específico, por lo tanto, no se puede trabajar en el análisis, interpretación y presentación de aspectos relevantes limitando a los estudiantes de Patrimonio Cultural o a los organismos encargados de dichas actividades. Ahora bien, ¿qué tal si obtenemos esos modelos a partir de objetos ya existentes? Esto es lo que en el fondo permite un escáner 3D de bajo costo.

---

## 2.2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de un proyecto de este tipo trae grandes beneficios para diferentes áreas de la sociedad dentro de las que se pueden identificar:

- **Industria:** el control dimensional de fabricación de componentes que requieren tolerancias muy estrictas.
- **Ingeniería:** para el control dimensional y el control de calidad.
- **Ingeniería inversa:** un componente mecánico requiere un modelo digital preciso de los objetos a ser reproducido.
- **Documentación "as built":** para obtener modelos precisos de la situación real de un edificio o instalación, de manera que se pueden realizar proyectos de documentación o mantenimiento basados en su situación real.
- **Entretenimiento:** para crear los modelos 3D digitales para películas y videojuegos.
- **Patrimonio Cultural:** puede ser una herramienta para la divulgación de turismo histórico a través de modelos virtuales. También contribuiría a la documentación y mantenimiento de edificaciones, monumentos y otros artefactos históricos. Así también para la conservación de obras de arte. Reproducción de esculturas.
- **Documentación:** Para una documentación completa de la información de un monumento histórico (arqueológico, arquitectónico, etc.) es necesario realizar un levantamiento preciso y en detalle de los distintos elementos que constituyen el objeto de estudio para obtener unos resultados fiables y ajustados a la realidad, así como identificar las distintas patologías que puedan afectar al objeto, como problemas estructurales y/o deformaciones.

Además de las aplicaciones antes mencionadas se pueden generar nuevos modelos de utilidad que solvente la problemática. En este proyecto se enfocaron los esfuerzos de investigación en crear un modelo de utilidad para el área de Patrimonio Cultural.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1. OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar un prototipo electromecánico capaz de construir un modelo digital tridimensional de un objeto.

### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Investigar el estado de la técnica a nivel internacional.
- Diseñar escáner 3D para ITCA-FEPADE SANTA ANA.
- Implementar un Prototipo de escáner 3D de base giratoria para objetos pequeños.

---

## 4. HIPÓTESIS

¿Es posible obtener representaciones gráficas digitales tridimensionales de un objeto a partir de un escáner 3D fabricado a partir de materiales de bajo costo?

## 5. ANTECEDENTES

Un escáner 3D intenta recoger muestras de la geometría de un objeto para poder generar un modelo tridimensional del mismo.

Existen diferentes enfoques y tecnologías en torno al escaneo en 3D y en general se puede dividir los escáneres 3D en:

- **Escáner 3D de contacto.** Existe un elemento palpador (punta de acero duro o zafiro) que se apoya y desplaza sobre el objeto a medir.



La ventaja de este sistema es la alta precisión, son bastante útiles para el control dimensional en fabricación. Los inconvenientes son la lentitud del escaneo y la imposibilidad de trabajar con objetos frágiles ya que el palpador puede dañar la superficie de la pieza.

- **Escáner 3D sin contacto.** En este grupo encontramos multitud de técnicas, la mayoría basadas en la medición de luz u otro tipo de señales.

Los escáneres sin contacto se pueden dividir a su vez en activos (emiten algún tipo de señal y analizan su retorno para capturar geometrías) y pasivos (no emiten ningún tipo de señal y se basan en detectar la radiación reflejada en el ambiente).

Las técnicas activas suelen ser más precisas que las pasivas. Dentro de las primeras encontramos también algunas más indicadas para las mediciones de larga distancia (edificios y grandes objetos) como pueden ser los escáneres de Tiempo de vuelo (Time of Flight) y otras mucho más apropiadas para el escaneo en distancia corta, como la Triangulación.

En este proyecto se desarrolló un prototipo de los escáneres 3D basados en la técnica de triangulación que es la más utilizada.

Los escáneres de Triangulación emiten luz láser para determinar la forma y posición de un objeto, ayudándose de una cámara para localizar la traza laser proyectada sobre el objeto.

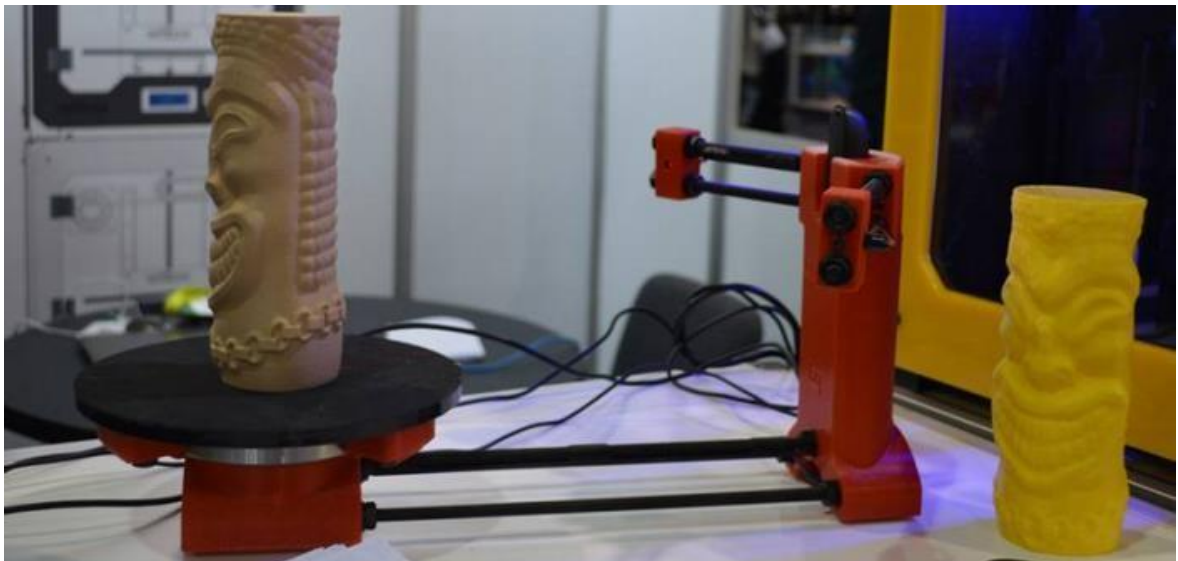


---

El emisor laser, la cámara y la traza proyectada sobre el objeto forman un triángulo, de ahí el nombre de la técnica. A partir de ese triángulo y aplicando técnicas de geometría podemos obtener la posición de cada punto del objeto. Conocemos la distancia entre la cámara y el emisor láser (uno de los lados) y también el ángulo del emisor láser. El ángulo del vértice de la cámara (paralaje) puede ser determinado mirando la ubicación del punto del láser en la cámara. Con estos elementos tenemos ya lo necesario para ubicar el objeto.

Hoy en día existen escáner 3D tales como:

- **El escáner 3D Ciclop de BQ:** Es un escáner 3D de código abierto y está disponible para su venta desde finales del año 2015. Se estima que su precio no supere los 420€.



- 
- **EL ATLAS 3D:** es un escáner 3D (open source and open hardware). Está disponible para su venta desde mediados del año 2015, y se vende según demanda de pedidos para la primera fabricación de 600 unidades del kit. Se estima que el precio del kit será de \$209 sin las piezas de la base giratoria las cuales se podrán crear en impresoras 3D.

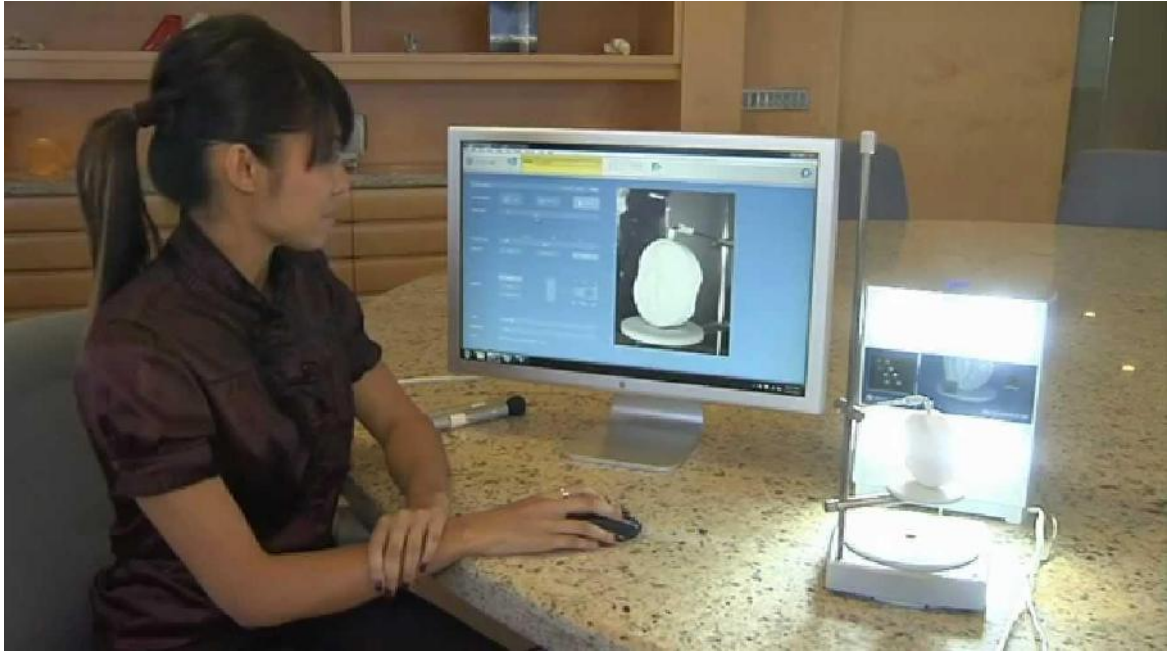


- **MakerBot Digitizer:** es un escáner 3D profesional el cual está disponible a un precio de \$949.00.



- **NextEngine:** es un escáner 3D de nivel profesional que captura objetos a todo color con precisión HD multi-láser. Su tecnología innovadora ha hecho que sea el escáner más popular del mundo 3D, y está disponible a un precio de \$2,995.00.





## 6. MARCO TEÓRICO

Dentro de la tecnología, es en realidad el usuario el actor más importante de cualquier obra tecnológica o de infraestructura, el cual puede ser una persona, empresa, entidad u organización, quien recibe o no los beneficios de dichas tecnologías y es precisamente hacia su bienestar donde deberán orientarse el diseño, la ejecución, la operación y el mantenimiento de toda infraestructura.

### 6.1. ARDUINO UNO



Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de tu ordenador personal. Es una plataforma de desarrollo de computación física (physical computing) de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa. Puedes usar Arduino para crear objetos



---

interactivos, leyendo datos de una gran variedad de interruptores y sensores y controlar multitud de tipos de luces, motores y otros actuadores físicos. Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o comunicarse con un programa (software) que se ejecute en tu ordenador (ej. Flash, Processing, MaxMSP). La placa puedes montarla tu mismo o comprarla ya lista para usar, y el software de desarrollo es abierto y lo puedes descargar gratis.

**Arduino Ethernet Shield:**



La Arduino Ethernet permite que una placa Arduino se conecte a Internet. Está basada en el chip ethernet Wiznet W5100. El Wiznet W5100 ofrece una red (IP) de pila capaz de TCP y UDP. Admite hasta cuatro conexiones de socket simultáneas. Utilice la biblioteca de Ethernet para escribir sketches que se conectan a Internet a través del escudo. El escudo de Ethernet se conecta a una placa Arduino utilizando movimientos largos encabezados por arrollamiento de hilo que se extienden a través del escudo. Esto mantiene la disposición de pines intacto y permite que otro escudo para ser apilados en la parte superior. La revisión más reciente de la Junta expone el pinout 1.0 en rev 3 de la placa Arduino UNO. El Shield Ethernet tiene una conexión estándar RJ-45, con un transformador de línea integrado y Alimentación a través de Ethernet activado.

**Resistencias:**



Se le llama resistencia eléctrica a la igualdad de oposición que tienen los electrones para desplazarse a través de un conductor.

---

### Diodo Led:



(Light-Emitting Diode: Diodo Emisor de Luz), es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN en la cual circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia, el LED es un tipo especial de diodo que trabaja como un diodo común, pero que, al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz.

### Circuito integrado 7486:



La compuerta lógica XOR realiza una comparación de las entradas siendo el resultado 0 si las entradas son iguales o 1 cuando son diferentes.

### Relé de 5v:



---

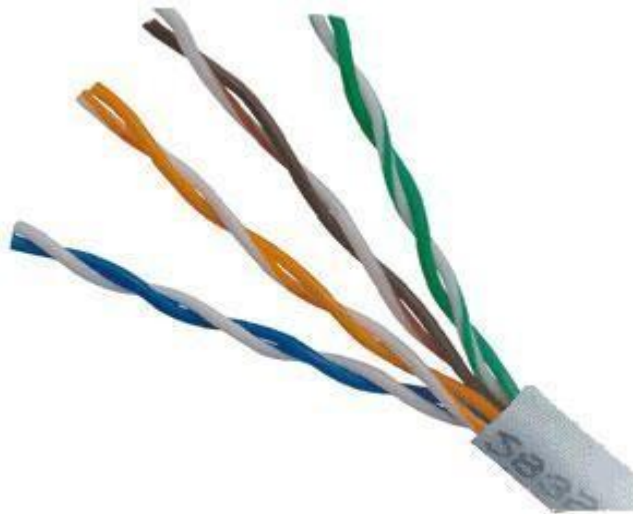
Es un componente electrónico que actúa como elemento de control, funcionando como un interruptor activado por un electroimán. Utilízalos para switchear alto voltaje y/o altas corrientes. Un relé es un interruptor al igual que el de la tu pared en casa.

**Transistor 2N3904:**



El transistor **2N3904** es uno de los más comunes transistores NPN generalmente usado para amplificación. Este tipo de transistor fue patentado por Motorola Semiconductor en los años 60, junto con el Transistor PNP 2N3906, y representó un gran incremento de eficiencia, con un encapsulado TO-92 en vez del antiguo encapsulado metálico. Transistor Bipolar (BJT) NPN Dispositivo diseñado para operar como amplificador y switch de propósito general.

**Cable UTP:**



El cable de par trenzado usado en telecomunicaciones en el que dos conductores eléctricos aislados son entrelazados para anular las interferencias de fuentes externas y diafonía de los cables opuestos.

## 7. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el Desarrollo del proyecto de escáner 3D se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Objetivo	Metodología a utilizar	Meta
<b>Objetivo 1:</b> Investigar el estado de la técnica a nivel internacional.	<b>Actividad 1: Recolección de información.</b>  Se investigó sobre las tecnologías y técnicas necesarias para el modelado 3D y los elementos involucrados en relación al proyecto.  Dentro de la información Recolectada podemos mencionar: <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tipos de Escáner.</li><li>➤ Precios de Escáner.</li><li>➤ Técnicas para el escaneo.</li><li>➤ Software para el Modelado en 3D.</li></ul> <b>Actividad 2: Investigación sobre el estado del arte.</b> Se investigó sobre el estado actual de los tipos de escáner 3D a nivel nacional e internacional.  Se logró encontrar información de escáner tales como: <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Escáner Open Source.</li><li>➤ Escáner Propietarios nivel medio.</li><li>➤ Escáner Propietarios Profesionales.</li></ul>	Contar con los requerimientos básicos y de soporte necesaria para la fabricación del escáner 3D.



Objetivo	Metodología a utilizar	Meta
<p><b>Objetivo 2:</b> Diseñar escáner 3D para ITCA-FEPADE SANTA ANA.</p>	<p><b>Actividad 1: Análisis de requerimientos.</b> A través de un análisis minucioso de los diferentes documentos recopilados en la investigación teórica se logró definir cuáles eran los elementos que requería cada una de las piezas que integra el escáner y sus costos en el mercado nacional e internacional.</p> <p><b>Actividad 2: Diseño digital del Escáner.</b> Se diseñó la estructura mecánica base del escáner en el software de modelado Sketchup para su posterior fabricación, ya sea en una impresora 3D o en una maquina CNC.</p> <p><b>Actividad 3: Fabricación de Piezas para la base.</b> Al principio se crearon piezas de manera artesanal, tales como cartón, PVC, Trovicel y otros para un primer prototipo. Luego se obtuvo la colaboración del Centro Avanzada de Tecnología (CATEC) de ITCA- FEPADE y se procedió a fabricar piezas más precisas y de mejor calidad para la base, obteniendo una estética más aceptable.</p> <p><b>Actividad 4: Integración de Componentes.</b> Se realizó la incorporación de los componentes electrónicos y mecánicos a la base para integrar todo el escáner completo.</p> <p><b>Actividad 5: Pruebas.</b> Se realizaron pruebas de funcionamiento de los elementos electrónicos y de software de manera aislada y de manera conjunta, se analizaron los resultados del escaneo y se procedió a las correcciones respectivas.</p>	<p>Contar con el diseño y el prototipo del escáner 3D.</p>

Objetivo	Metodología a utilizar	Meta
<p><b>Objetivo 3:</b> Implementar un Prototipo de escáner 3D de base giratoria para objetos pequeños.</p>	<p><b>Actividad 1: Preparar un diseño con Portabilidad.</b> Se diseñó una estructura del escáner que permite transportarlo con facilidad para mostrar los resultados del proyecto.</p> <p><b>Actividad 2: Pruebas de Portabilidad.</b> Se realizaron pruebas de acople y desacople de piezas y cables del escáner y se verificó el funcionamiento con los demás elementos del escáner.</p>	<p>Contar con un prototipo escáner que permita transportarlo con facilidad.</p>

## 8. RESULTADOS

Se fabricó un prototipo de escáner 3D que posee una base giratoria de 360° lo que permite la extrapolación de puntos que en su conjunto representan la geometría de un objeto que a su vez son enviadas a un software de diseño tridimensional que muestre la figura 3D generada por el escáner.

- Características del prototipo de escáner 3D a pequeña escala:
  - Base giratoria de 360° de los objetos a escanear.
  - Portabilidad por medio de piezas que se acoplan y desacoplan.
  - Diseño digital de la estructura base del escáner.
  - Diseño que permite la portabilidad del escáner.
  - Aplicabilidad al área de Patrimonio Cultural, para análisis de objetos históricos pequeños.
- Manual de usuario del ensamblaje y funcionamiento del prototipo de escáner 3D.

---

## 8.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES

El escáner 3D está compuesto de una serie de elementos mecánicos, electrónicos y electromecánicos que conviene describirlos a detalle.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### *Arduino Mega ADK:*

**Microcontroller** ATmega2560

**Operating Voltage** 5V

**Input Voltage (recommended)** 7-12V

**Input Voltage (limits)** 6-20V

**Digital I/O Pins** 54 (of which 15 provide PWM output)

**Analog Input Pins** 16

**DC Current per I/O Pin** 40 mA

**DC Current for 3.3V Pin** 50 mA

**Flash Memory** 256 KB of which 8 KB used by bootloader

**SRAM** 8 KB

**EEPROM** 4 KB

**Clock Speed** 16 MHz

**USB Host Chip** MAX3421E

**Length** 101.52 mm

**Width** 53.3 mm

**Weight** 36 g

#### *Cámara Web HD USB:*



Modelo C920

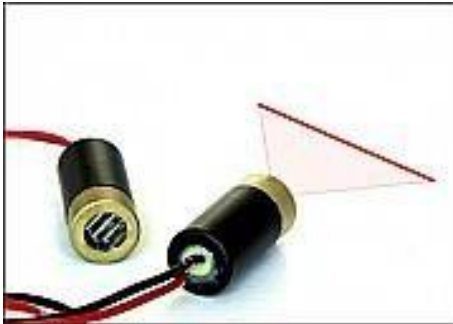
Dimensiones: 2.76 en x 1.18 en x 1,18 en (7,0 x 3,0 cm x 3.0 cm)

Peso: 5.29 oz (150 g)

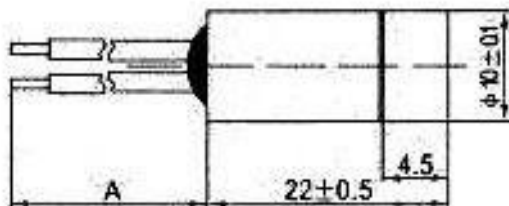
Otras características:

- *Videoconferencias Full HD 1080p (hasta 1920 x 1080 píxeles)*
- *Videoconferencias HD 720p (1280 x 720 píxeles) con clientes compatibles*
- *Grabaciones de video Full HD (hasta 1920 x 1080 píxeles)*
- *Compresión de video H.264*
- *Micrófonos estéreo integrados con reducción de ruido automática*
- *Corrección automática de iluminación escasa*
- *Clip universal compatible con trípodes para monitores LCD, CRT o laptops*
- *Software de cámara Web Logitech para Windows: - Controles de panorámico, inclinación y zoom*
- *Captura de video y fotos*
- *Seguimiento facial*
- *Detección de movimiento*

#### **Módulos Laser Lineal:**



650nm 5mW Red Laser Line Module Focus Adjustable Laser Head 5V good. Parameter: Output:red laser straightly(650nm). Size:Φ12x35mm. Cable lenth:about 135mm working voltage:4.5-5V



**Micro ServoMotor de 180 grados:**

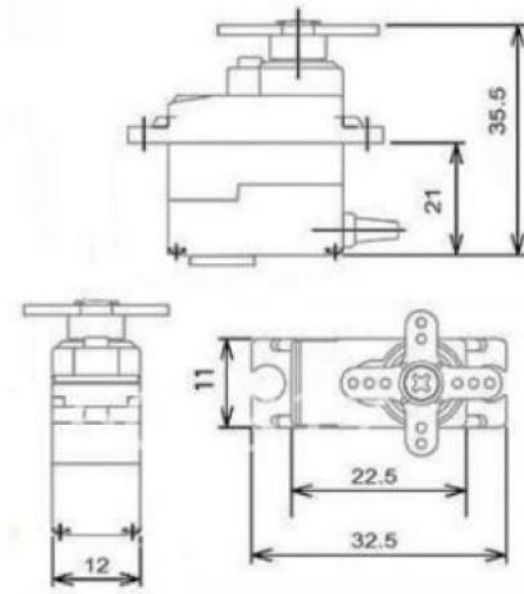
- \* Modelo SG90
- \* Dimensiones 21.8 x 11.4 x 22.6mm aprox
- \* Peso 9g
- \* Velocidad de funcionamiento 0.1sec / 60 grados
- \* Torque (1.5kg/cm@5V)
- \* Rango de temperatura de -20 a 60°C
- \* Medio de control PWM (1Ms 0° neutral, 1.5Ms 90°, 2Ms 180°) la posición del servo es proporcional al ancho de pulso recibido
- \* Voltaje de operación de 4.8 a 6 volts máx.



**ServoMotor mediano - engrane metálico:**

Características Técnicas:

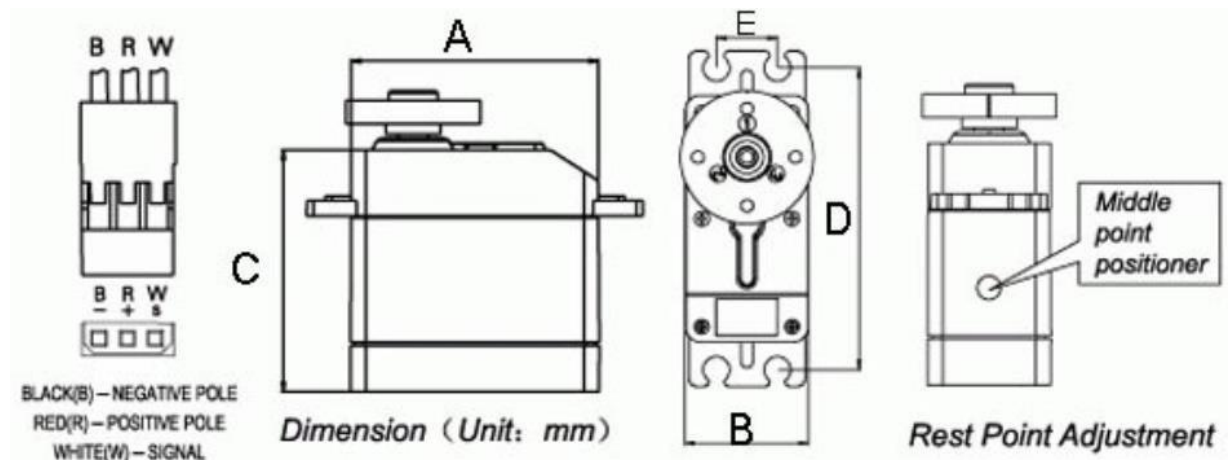
- Tamaño: 22.8x12.2x28.5mm
- Alimentación : 4.8 a 6V DC
- Peso: 13.4 grams
- Velocidad : 0.1 sec-60º (a 4.8V), 0.08 sec-60 degrees (a 6.0V)
- Par: A 4.8V: 1.8 kg-cm. A 6.0V: 2.2 kg-cm



### **ServoMotor grande de 360 grados:**

Descripción del módulo:

- Modulación: PWM
- Torsión 5V: 3.30 kg-cm
- Velocidad 5V: 0.17 sec/60°
- Peso: 44gr
- Tamaño: 42x20.5x39.5mm
- Ángulo de rotación: 360°
- Tipo de conector: TinkerKit



### **DAGU para manejo de servos:**

Mini Driver Robot Controller by DAGU

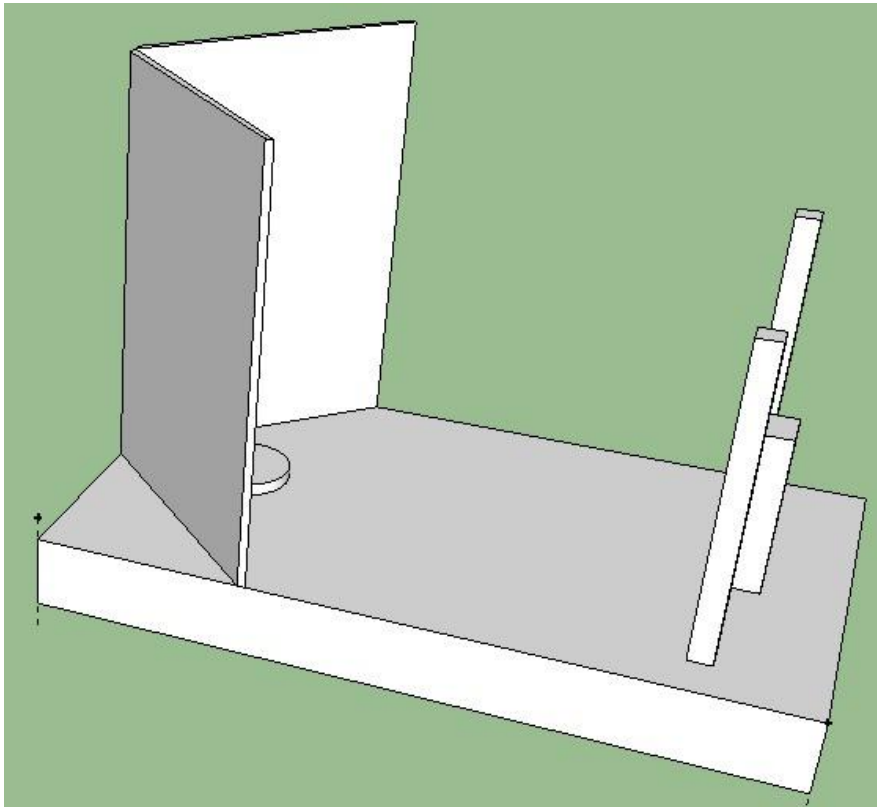
- ATMEGA8 @ 16Mhz with Arduino boot loader.
- "Arduino NG or older with ATMEGA8" in the Arduino IDE.
- Onboard 5V regulator.
- Power supply voltage: 5-9V
- Dual Channel DC Motor Driver up to 2A peak current per channel.
- Supports up to 8 Servos.

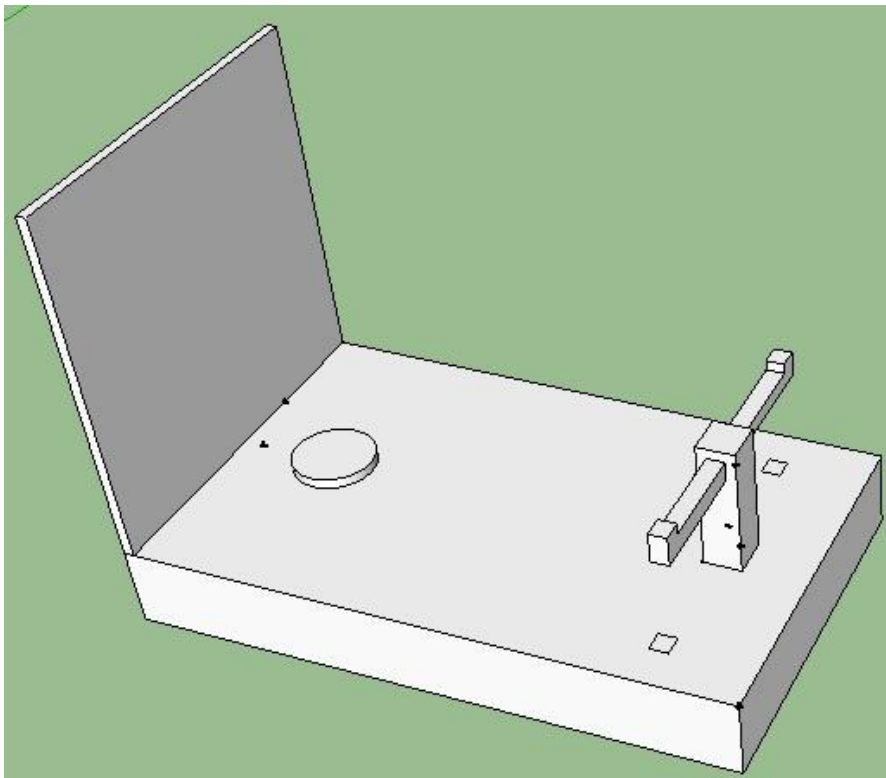
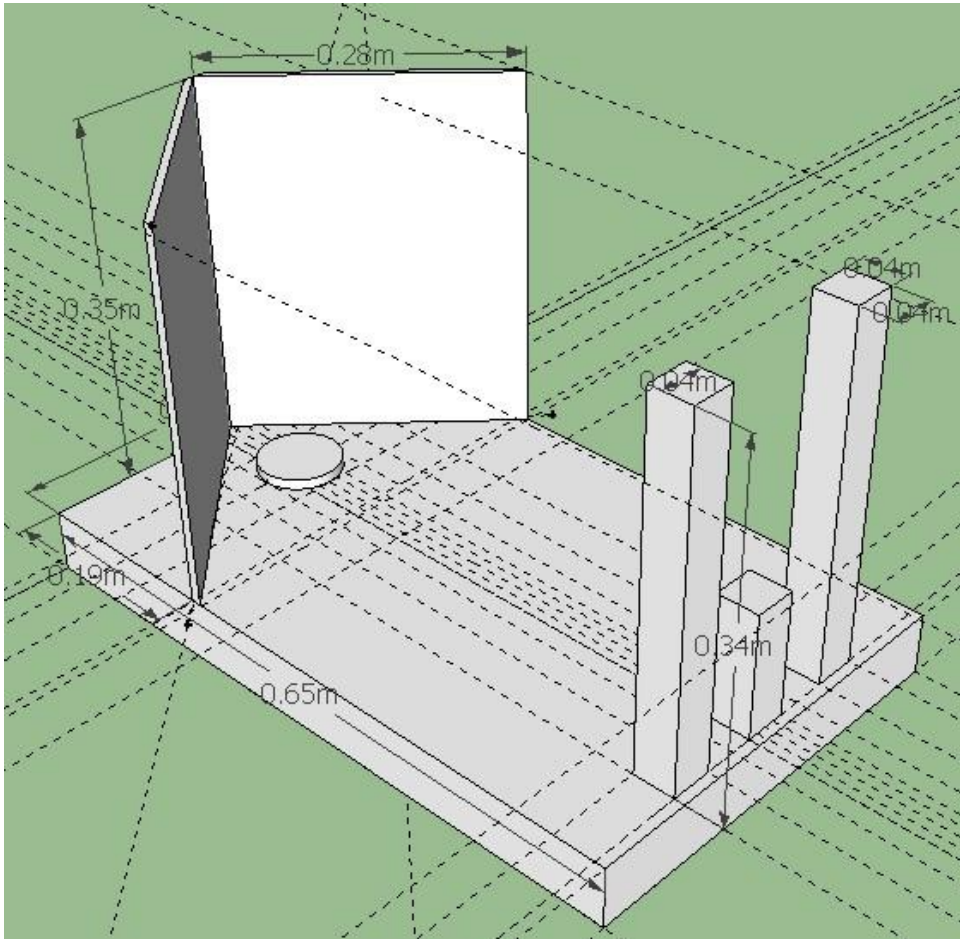


- SMD version of ATMEGA8.
- Battery Level monitoring available on pin A7 when >5V supplied.
- A6 is accessible through a solder pad in the back if needed.
- Built in LED connected to D13.
- Master On-Off switch.

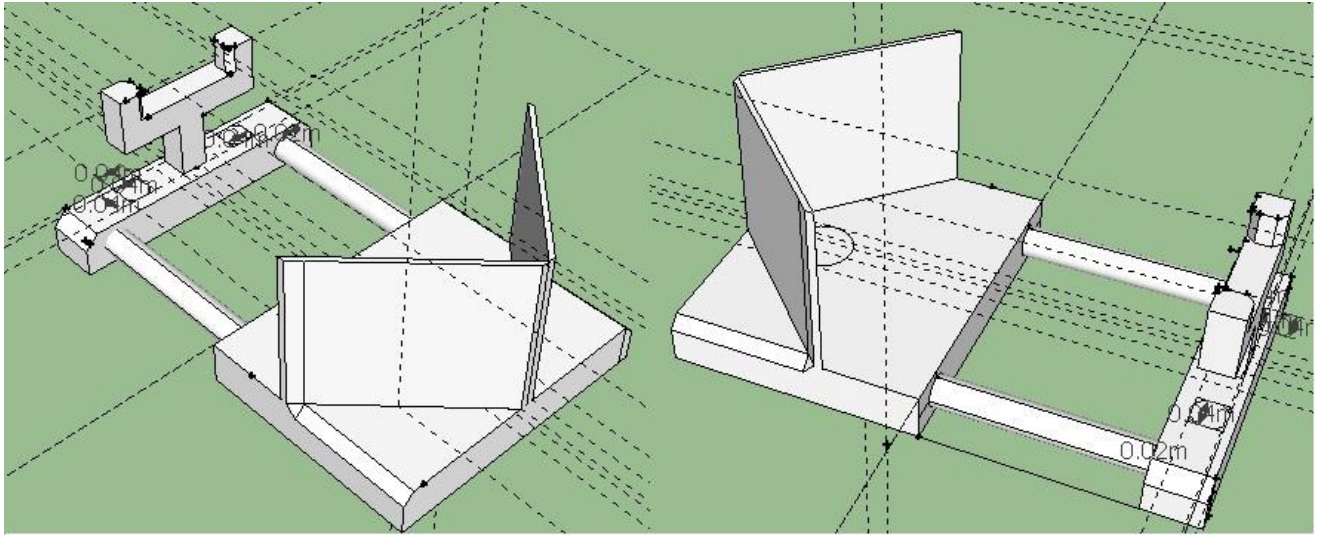
## 8.2. DISEÑOS

### Base del Escáner:

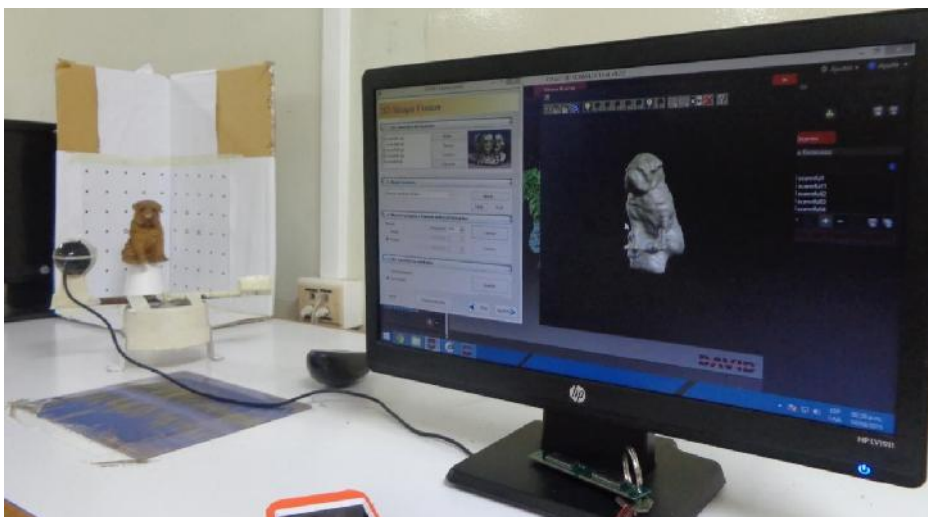
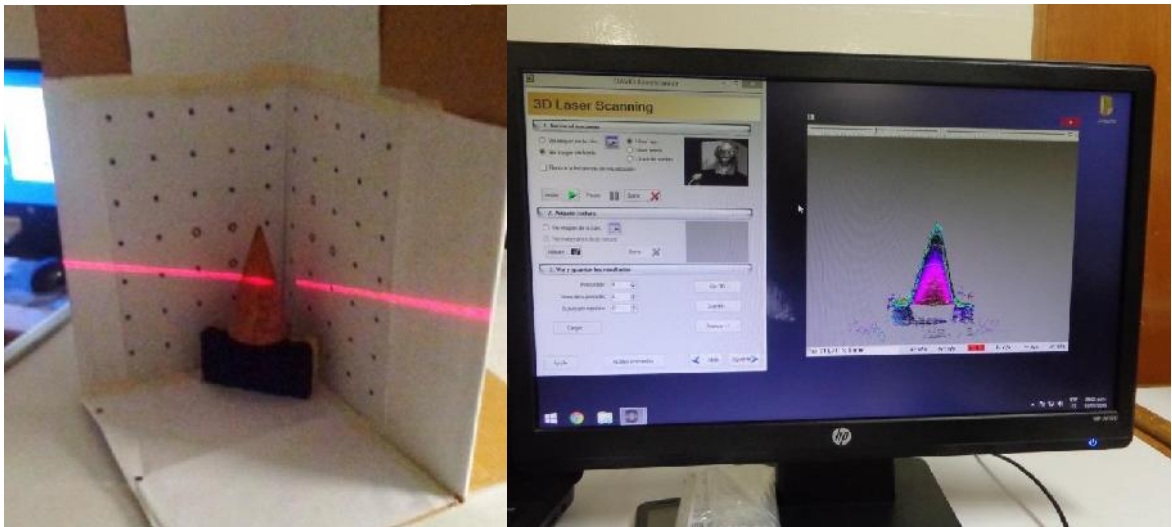




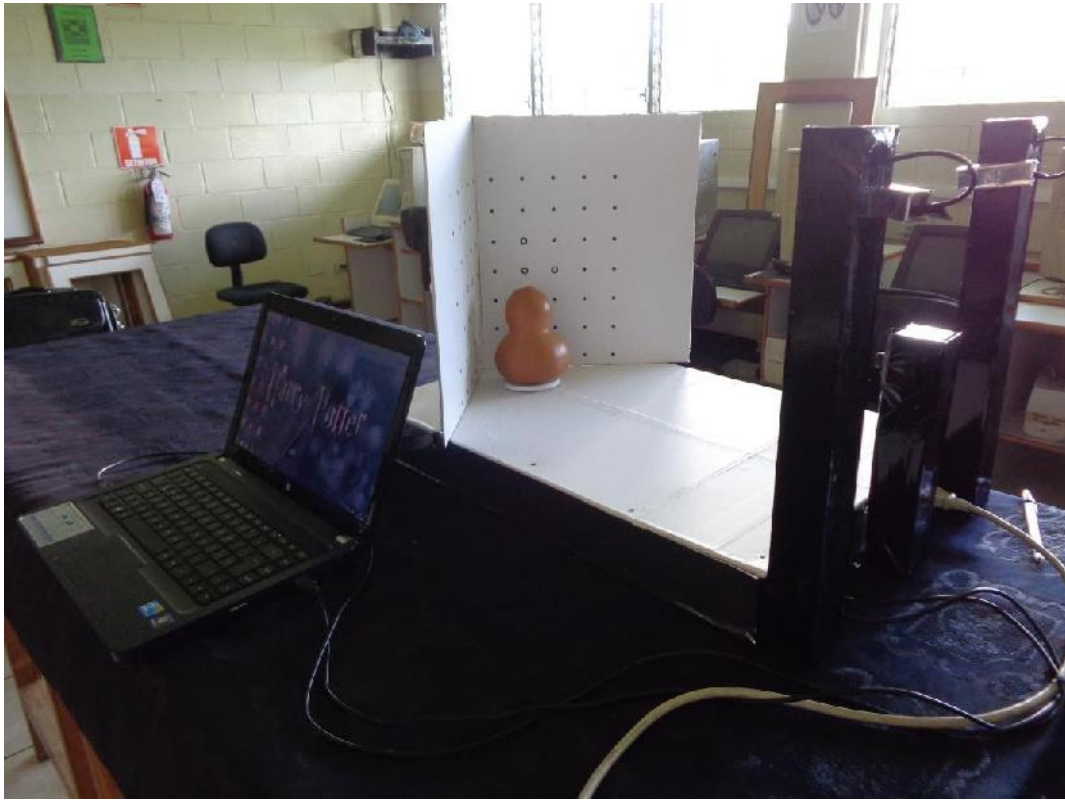




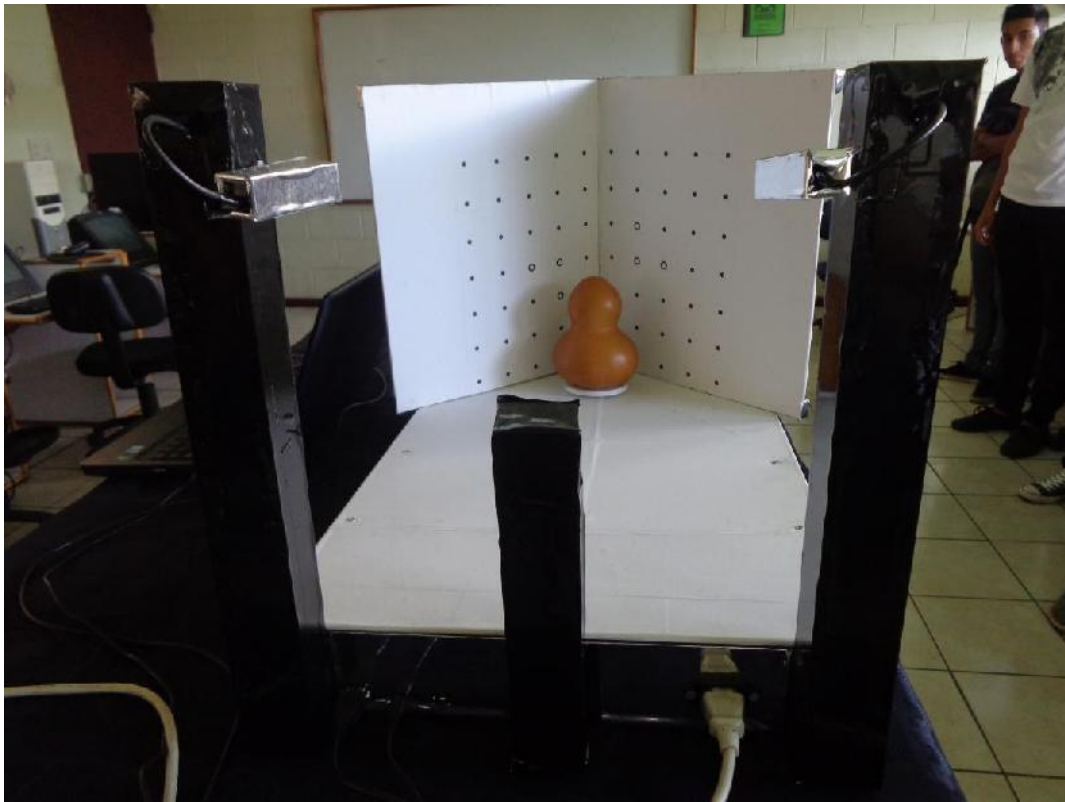
### 8.3. FOTOGRAFÍAS





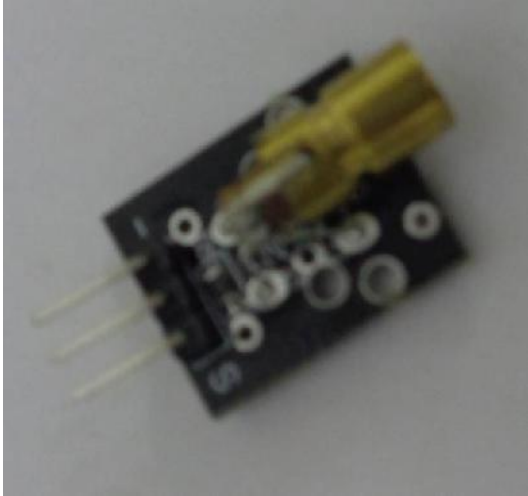


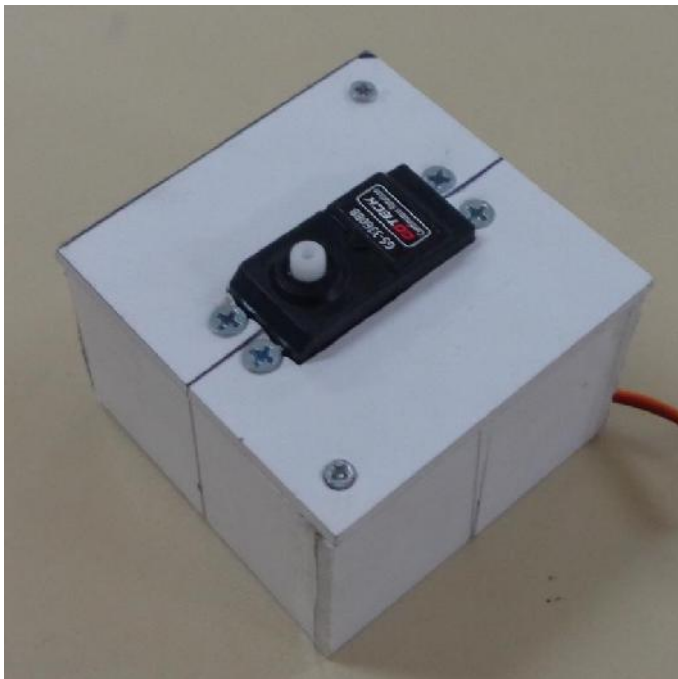






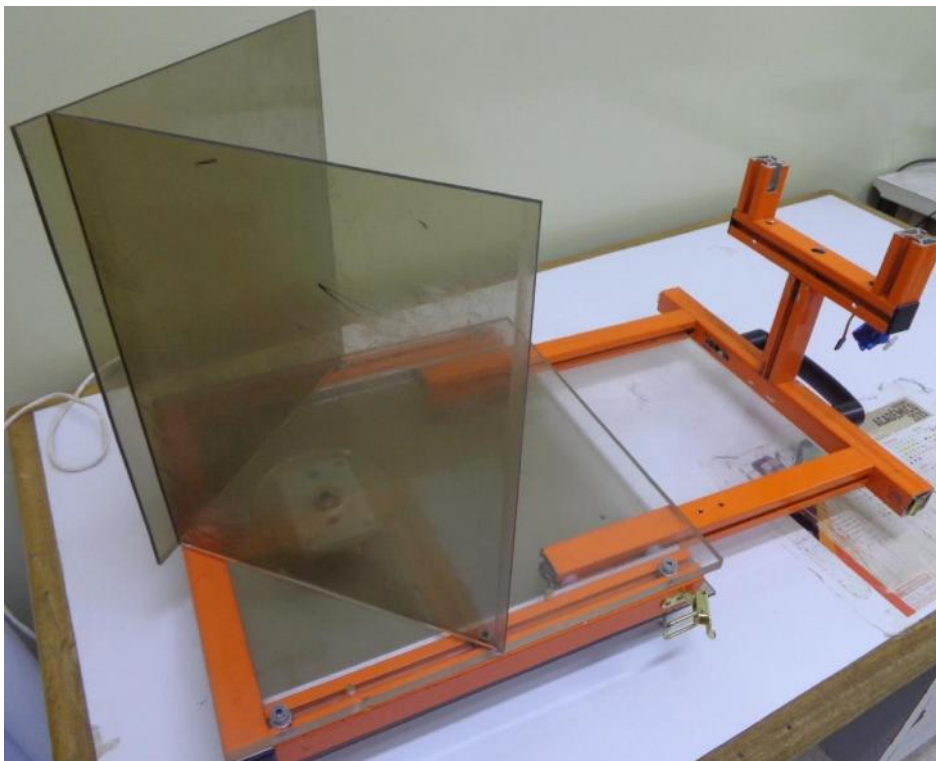
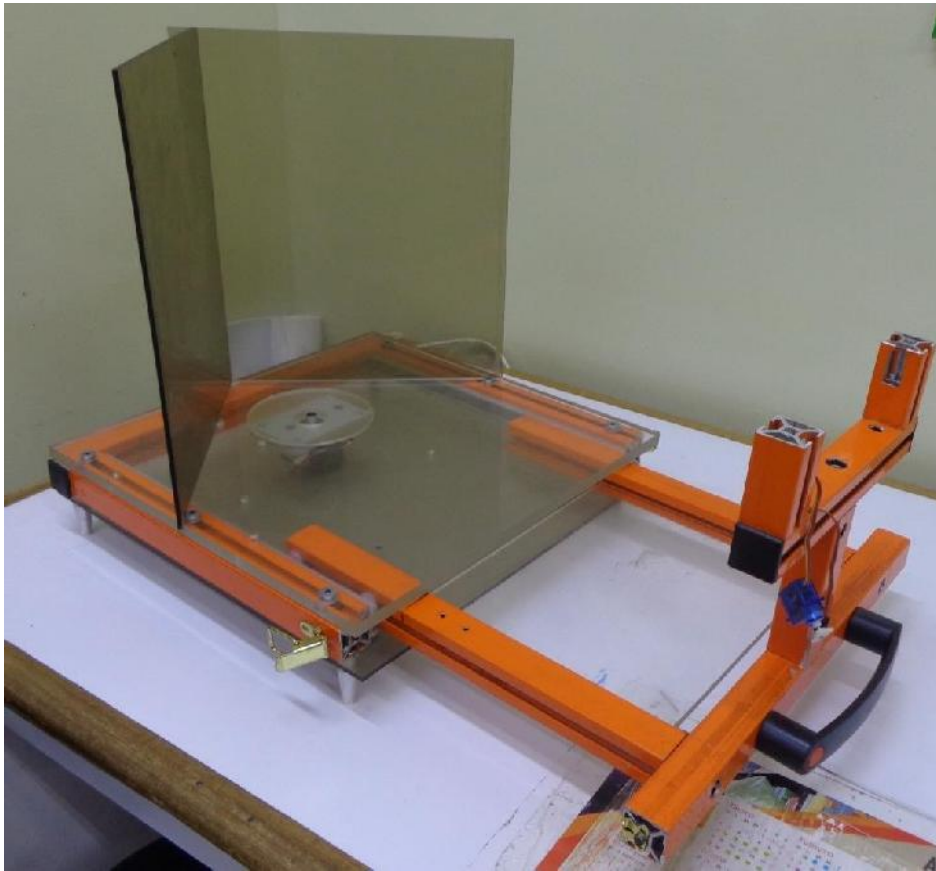


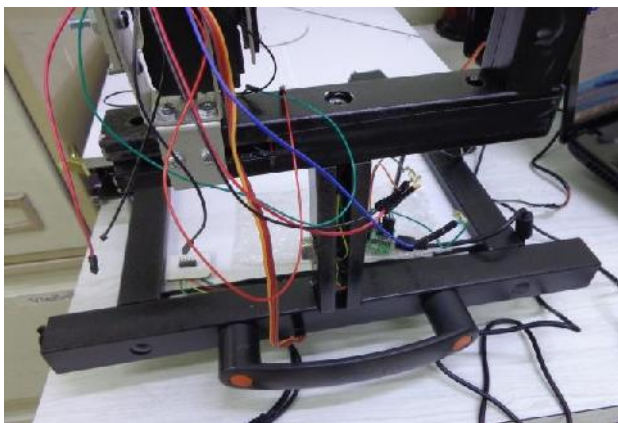
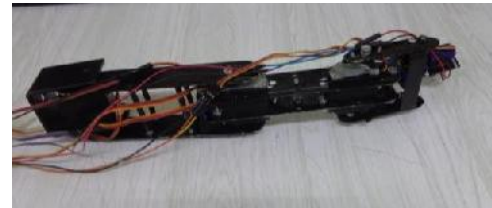
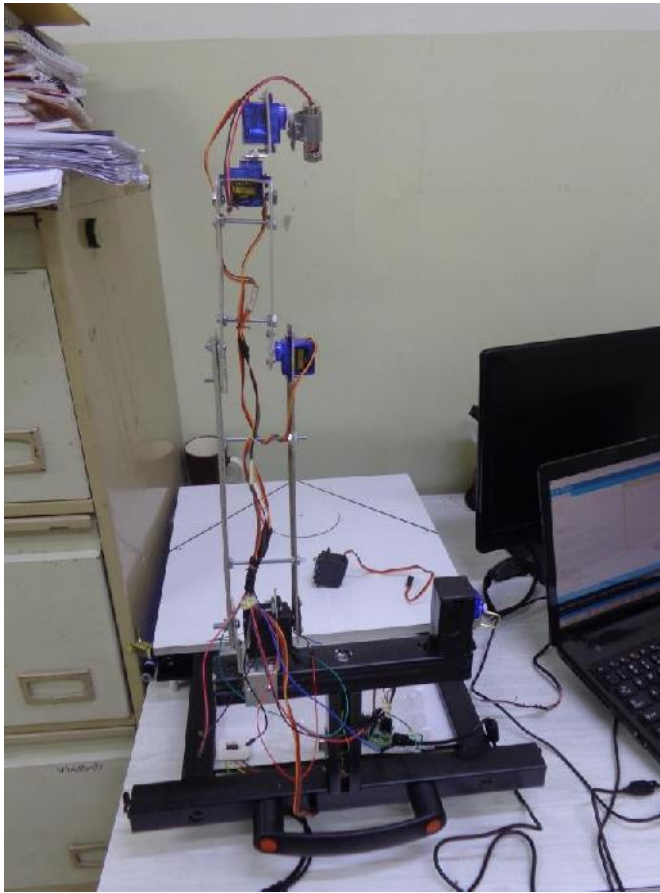


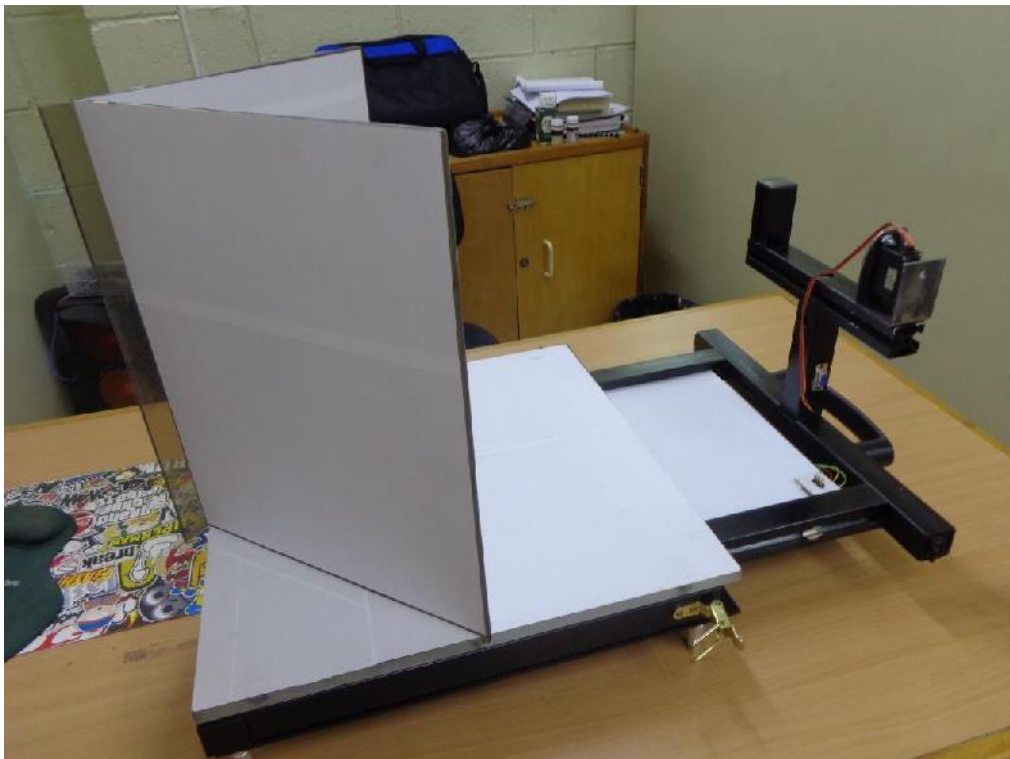
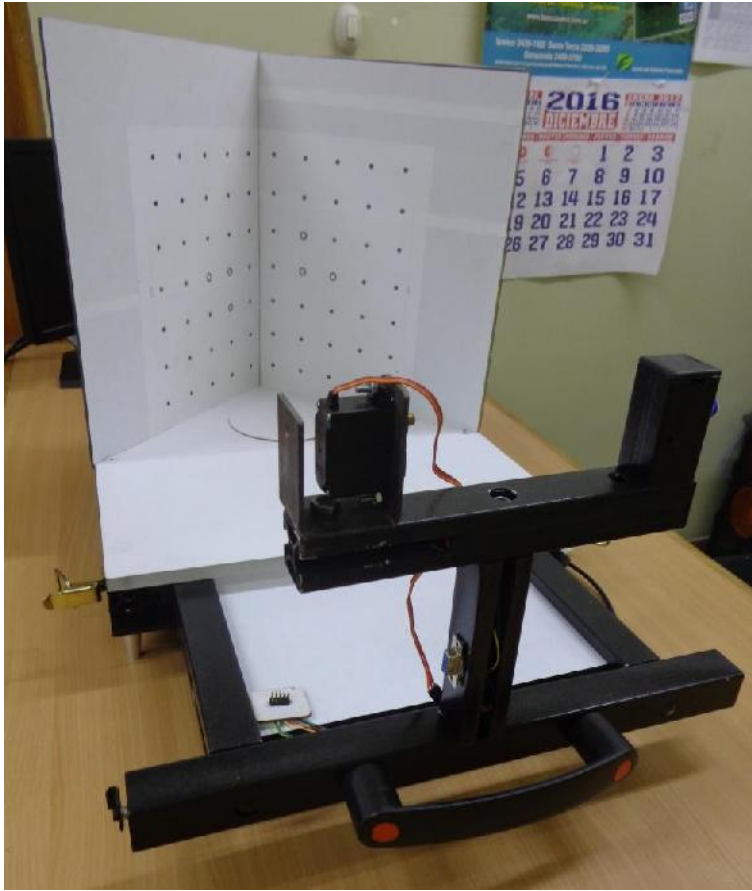




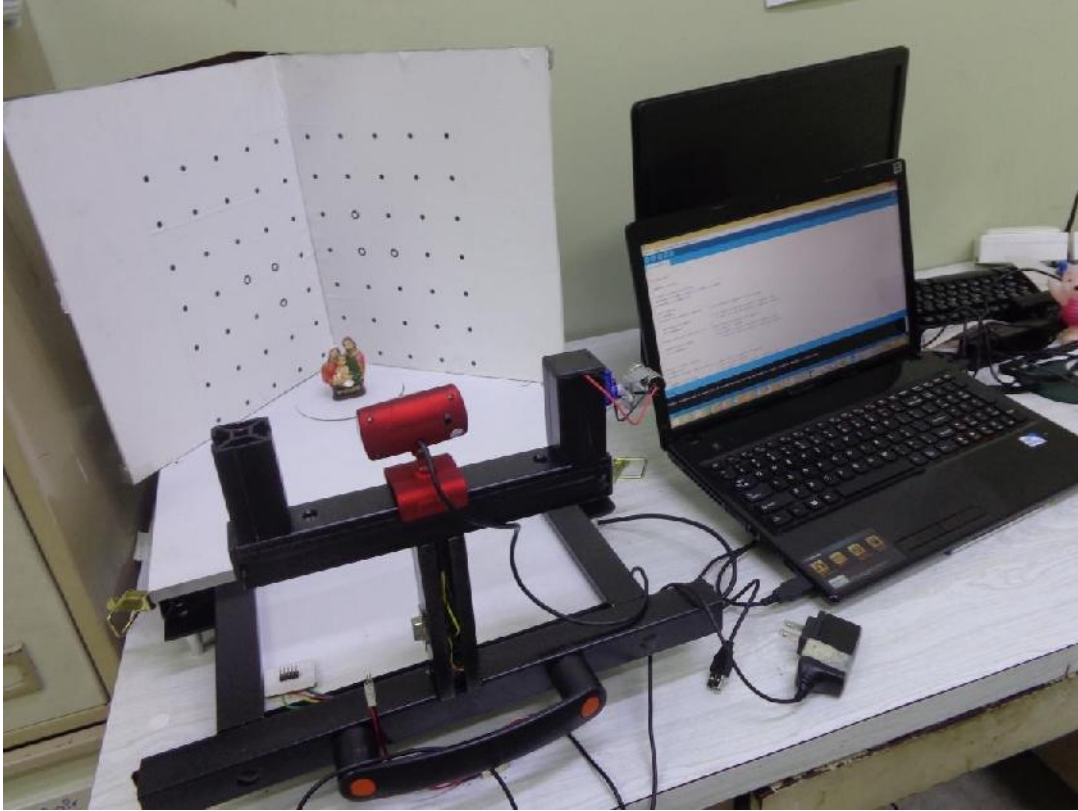












---

## 8.4.LIMITANTES

- No permite escanear con mucha iluminación.
- El tamaño de los objetos a escanear no debe exceder los 20 cm.
- Los objetos a escanear no deben tener una superficie brillante.

## 9. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en este proyecto establecen las bases y forman un precedente para futuros proyectos similares.
- El proceso de escaneo siempre requerirá de un tiempo prolongado en la captura de los puntos de la traza necesaria para el modelado 3D del objeto.
- El archivo (.obj) resultante del escaneo, normalmente hay que retocarlo, cerrar huecos, eliminar ruido, arreglar defectos; muchas veces el post-procesado lleva más tiempo que el escaneado.
- Para construir una estructura flexible, mecánica y electrónica capaz de integrar los elementos de un escáner 3D requiere de equipo sofisticado, preciso y de calidad.
- Para integrar los elementos mecánicos, electrónicos y de software necesarios para un escáner 3D se requiere de un equipo multidisciplinario para el desarrollo del mismo.
- La vida útil de los laser no es mucha, ya que son dispositivos electrónicos ultra sensibles a las variaciones del voltaje percibido.
- Existe una gran diferencia funcional entre un láser lineal y un puntero laser, el primero emite una luz en forma de línea y el segundo emite una luz en forma de punto; y ambos tienen beneficios diferentes.
- El color del láser influye en el resultado final, el láser verde es mejor que el rojo para el escaneado. Las cámaras a color son el doble de sensitivas para el verde que para el rojo y tienen una menor longitud de onda que disminuye la tasa de dispersión en los bordes.

## 10.RECOMENDACIONES

- El funcionamiento ideal del proceso de escaneo es en un ambiente totalmente oscuro.
- La iluminación es muy importante, pero también lo es el material del objeto y su textura. No es lo mismo escanear un objeto de madera que una porcelana. Evitar los objetos brillantes y que produzcan reflejos.
- Para obtener mejores resultados del escaneo utilizar Cámaras USB de Alta Definición (HD) o incorporar la nueva tecnología 4K.
- Mejorar la estructura del brazo donde va colocado el emisor laser.

- 
- Considerar siempre tener varios laser de respaldo debido a la vida útil de los mismos y no olvidar que se trata de laser lineal.
  - Elegir materiales más livianos (de poco peso) para la base.
  - Para una mejor precisión en el escaneo se sugiere implementar un mecanismo de giro de la base del láser con un engranaje que sea milimétrico.

## 11. GLOSARIO

**PROTOTIPO:** es un ejemplar o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa. También se puede referir a cualquier tipo de máquina en pruebas, o un objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo.

**ESCÁNER:** El escáner (del inglés scanner, el que explora o registra) es un aparato o dispositivo utilizado en medicina, electrónica e informática, que explora el cuerpo humano, un espacio, imágenes o documentos.

**3D:** En geometría y análisis matemático, puede referirse a: tridimensional; En gráficos 3D por computadora, se refiere a: objetos tridimensionales realizados por gráficos de ordenador.

**Maquinas CNC:** máquinas basadas en la tecnología que emplea el control numérico computarizado o CNC.

**OPEN SOURCE:** Se traduce Código abierto y es la expresión con la que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. Se focaliza más en los beneficios prácticos (acceso al código fuente) que en cuestiones éticas o de libertad que tanto se destacan en el software libre.

**OPEN HARDWARE:** Se llama hardware libre, electrónica libre o máquinas libres a aquellos dispositivos de hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público, ya sea bajo algún tipo de pago, o de forma gratuita. La filosofía del software libre es aplicable a la del hardware libre, y por eso forma parte de la cultura libre. Un ejemplo de hardware libre es la arquitectura UltraSparc cuyas especificaciones estén disponibles bajo una licencia libre.

**TECNOLOGÍA:** es el conjunto de conocimientos técnicos, científicamente ordenados, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de la humanidad.

**ROBÓTICA:** es la rama de la tecnología que se dedica al diseño, construcción, operación, disposición estructural, manufactura y aplicación de los robots.

---

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBROS

[1] Reyes Cortés, Fernando.  
Robótica: control de robots manipuladores  
Editorial Alfaomega  
Mexico, 2011.

[2] Reyes Cortés, Fernando; Cid Monjaraz, Jaime  
Arduino: aplicaciones en robótica mecatrónica e ingenierías  
Editorial Marcombo  
España, 2015.

[3] MEDIAactive  
El gran libro de Autodesk 3Ds max 9  
Editoriales Marcombo y Alfaomega  
España y México, 2007.

### SITIOS WEB

- <http://www.3dimpresoras3d.com/que-es-un-escaner-3d/>
- <http://www.impresoras3d.com/bq-presenta-ciclop-el-escaner-3d-de-codigo-abierto-en-el-ces-2015/>
- <http://www.impresoras3d.com/microsoft-integra-kinect-en-3d-builder/>
- <http://escaner3dlaser.blogspot.com/>
- <http://meshlab.sourceforge.net/>
- <https://www.kwartzlab.ca/2011/04/head-first-3d-scanning/>

---

## 13.ANEXOS

OTROS COMPONENTER Y EQUIPOS UTILIZADOS PARA EXPERIMENTACION

### Raspberry Pi Model B+ Development Kits, Expansion Board DVK512, Various Accessories and Modules



The Raspberry Pi Model B+ incorporates a number of enhancements and new features. Improved power consumption, increased connectivity and greater IO are among the improvements to this powerful, small and lightweight ARM based computer.

#### Features:

- ✓ Broadcom BCM2835 700MHz ARM1176JZFS processor with FPU and Videocore 4 GPU
- ✓ GPU provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode.
- ✓ GPU is capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24 GFLOPs of general purpose compute and features a bunch of texture filtering and DMA infrastructure
- ✓ 512MB RAM
- ✓ Boots from Micro SD card, supports Linux distros such as Fedora, Debian and ArchLinux
- ✓ 10/100 wired Ethernet
- ✓ HDMI output
- ✓ USB 2.0 interface x 4
- ✓ 4-pole 3.5mm stereo audio jack with composite video output
- ✓ Micro SD card slot
- ✓ Powered by 5v micro USB
- ✓ Camera connector
- ✓ 40-pin 2.54mm expansion pinheader
- ✓ Dimensions: 85mm x 56mm x 17mm



---

## Raspberry Pi Camera Module, Supports Night Vision

### Features

- Raspberry Pi Night Vision Camera, supports all revisions of the Pi( Raspberry Pi 2 B /A+/B/B+)
- 5 megapixel OV5647 sensor
- Camera specifications
  - o Lens: 1/4 5M
  - o Aperture (F): 1.8
  - o Focal Length: 3.6MM (adjustable)
  - o Diagonal: 75.7 degree
  - o Sensor best resolution: 1080p
- Dimension: 25mm x 24mm x 22mm
- 4 screw holes
- o Used for both attachment and 3.3V power supply
- o Supports up to 2 infrared LED and/or fill flash



---

**Paquete de accesorios (tipo C) para Raspberry Pi Modelo B + El paquete contiene**

- ✓ USB wifi 150 m RTL8188CUS x 1
- ✓ Tarjeta Micro SD 8 GB x 1
- ✓ Cámara USB 0307x1
- ✓ Mini teclado sin hilos x 1
- ✓ HDMI macho a VGA hembra Cable 0.2 m con audio y alimentación x 1
- ✓ Adaptador de corriente EE.UU. estándar 5 V 2.1A salida USB x 1
- ✓ USB tipo a enchufe para conector Micro B cable x 1
- ✓ Cable Ethernet x 1



---

### 3.5 inch Touch Screen TFT LCD Designed for Raspberry Pi

#### Features

- Designed for Raspberry Pi, an ideal alternative solution for HDMI monitor
- Supports any revision of Raspberry Pi (directly-pluggable)
- Driver provided (works with custom Raspbian directly)
- 320×480 resolution, better display
- Convenient Men-Machine interface for Raspberry Pi, combined with the portable power, DIY anywhere anytime
- Supports Raspbian system, enables your system to:
  - o Play videos (supports multi formats, MP4 and so on)
  - o Take photos by touching (up to 17 camera modes)
  - o Support software keyboard (system interaction without keyboard/mouse)
- High quality immersion gold surface plating



## Motor Control Shield Drive 4 DC Motors and 2 Stepping Motors Dual H-bridge L293D

### Features

- Configurable motor power supply via onboard jumper
  - o when using 5V motor power supply : drives four 5V DC motors at one time
  - o when using adjustable motor power supply : drives two 1.25V-6.45V DC motors at one time (9V external power supply is required)
- Onboard dual H-bridge driver L293D x 2
  - o each L293D can drive 2 DC motors or 1 stepping motor at one time
  - o totally 4 channel H-bridge, with 600mA output current (peak 1.2A) per single bridge
  - o ESD protection



---

## RS232 Board # SP3232 RS-232 UART TTL Transceiver Evaluation Development Board Module Kit

The RS232 Board is used for establishing RS232 communication with devices powered from 3V - 5.5V. It contains SP3232 (RS-232 Transceiver) and DB9 connector used for connecting PC and MCU. The RS232 Board features ESD protection and supports hardware flow control.

### Features

- RS232 communication board, SP3232 on board, 3V-5.5V, ESD enhanced, hardware flow control supported.
- SP3232(RS232), DB9 connector, UART port.







## **VISIÓN**

*Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.*

## **MISIÓN**

*Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.*

## **VALORES**

**EXCELENCIA:** *Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.*

**INTEGRIDAD:** *Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.*

**ESPIRITUALIDAD:** *Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.*

**COOPERACIÓN:** *Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.*

**COMUNICACIÓN:** *Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.*

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.



**SEDE CENTRAL  
SANTA TECLA**

Km. 11.5 Carretera a Santa Tecla, La Libertad.  
Tel. (503) 2132-7400  
Fax. (503) 2132-7599



**CENTRO REGIONAL  
SANTA ANA**

Final 10a. Av. Sur,  
Finca Procavia  
Tels. (503) 2440-4348  
y (503) 2440-2007  
Tel./Fax. (503) 2440-3183



**CENTRO REGIONAL  
MEGATEC ZACATECOLUCA**

Km. 64 1/2, desvío Hacienda El Nilo, sobre autopista a Zacatecoluca y Usulután.  
Tels. (503) 2334-0763  
y (503) 2334-0768



**CENTRO REGIONAL  
SAN MIGUEL**

Km. 140, Carretera a Santa Rosa de Lima.  
Tels. (503) 2669-2292  
y (503) 2669-2298  
Fax. (503) 2669-0061



**CENTRO REGIONAL  
MEGATEC LA UNIÓN**

Calle Santa María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión.  
Tel. (503) 2668-4700