



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTENSIÓN LATACUNGA

“INVESTIGACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA UN LECTOR AUDIBLE DE TEXTOS DE FÁCIL MANEJO PARA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE EN LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA.”

AUTOR: ALEX VLADIMIR PILATASIG ESCOBAR
DIRECTOR: ING. DARÍO MENDOZA



Objetivo general

Investigar e Implementar un sistema de visión artificial para un lector audible de textos de fácil manejo para las personas con discapacidad visual mediante la utilización de software libre en la biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

OBJETIVOS

- Investigar los sistemas educativos de las personas no videntes.
- Usar tecnologías de software libre para visión y texto.
- Diseñar y construir la estructura física.
- Crear el algoritmo de programación.
- Instalar, conectar y configurar los componentes en la estructura.
- Implementar el algoritmo de programación en la maquina de lectura.
- Calibrar, ajustar y realizar pruebas del prototipo realizado.

Discapacidad visual

Las personas con deficiencia visual solo pueden percibir la luz de las cosas, o también quienes han perdido en su totalidad el sentido de la visión.

- Problema muy antiguo
- Discriminación
- No pueden leer ni escribir
- Sistemas alternativos de aprendizaje



Situación de los invidentes en Ecuador

Tabla 1:

Estadísticas de Deficiencia Visual en Ecuador

	TIPO DE DEFICIENCIA VISUAL	PORCENTAJE %	CANTIDAD DE PERSONAS
1	Ceguera unilateral	26	94.380
2	Ceguera profunda	55	199.650
3	Deficiencia visual de colores	4.5	16.335
4	estrabismo	7.8	28.31
5	Ojo seco, infecciones	6.7	24.321

Fuente: (CONADIS, 2010)

Servicios de rehabilitación

Rehabilitación Física

La rehabilitación física trata las estrategias existentes para la **movilización** de la persona.

Psico rehabilitación

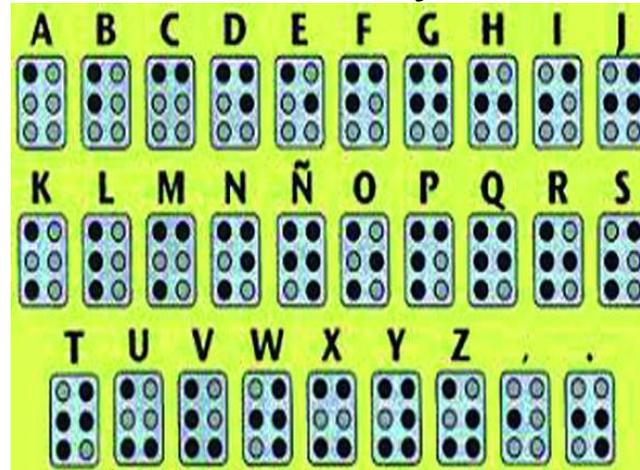
Es la ayuda psicológica que se les brinda a los invidentes, para que no caigan en una etapa de **depresión**.

Educación especial

Son los métodos educativos y herramientas los cuales permiten a las personas invidentes tener acceso al conocimiento e información de diversos documentos en diferentes formatos.

Sistema Braille

El método Braille es un alfabeto, el cual es utilizado por los invidentes para comunicarse y obtener conocimientos.



Bibliotecas audio-libros

Son Libros comunes pero también elaborados en formatos específicos

Ej: daysi

Ej: Mp3

Tiflotecnología

Es el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a que los invidentes y deficientes visuales tengan los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología.

Equipos específicos

- Los audio libros
- Magnificadores de pantalla

Equipos adaptados

- Impresoras en sistema Braille
- Maquinas de lectura

Problemática

Hoy en día el acceso a medios educativos para personas invidentes es bastante amplio, pero a la vez limitado, pues pueden hacerlo mediante audio libros o mediante el método de aprendizaje Braille, pero el problema surge cuando el documento impreso no existe en el lenguaje de aprendizaje Braille o el individuo invidente no conoce el Braille

Solución

Diseñar y construir un dispositivo de lectura para documentos impresos el cual será de fácil utilización para quienes padezcan de una deficiencia visual, así estas personas tendrían acceso a un gran conjunto de documentos impresos de uso cotidiano para las personas.

Hipótesis

¿Se mejorará la capacidad de acceder a mayor cantidad de información impresa existente de manera sencilla para las personas no videntes, mediante la investigación e implementación de un lector audible?

Conocimientos requeridos

- Máquina de lectura
- Visión por computador
- Software libre
- Reconocimiento Óptico de caracteres OCR
- Convertidor TTS

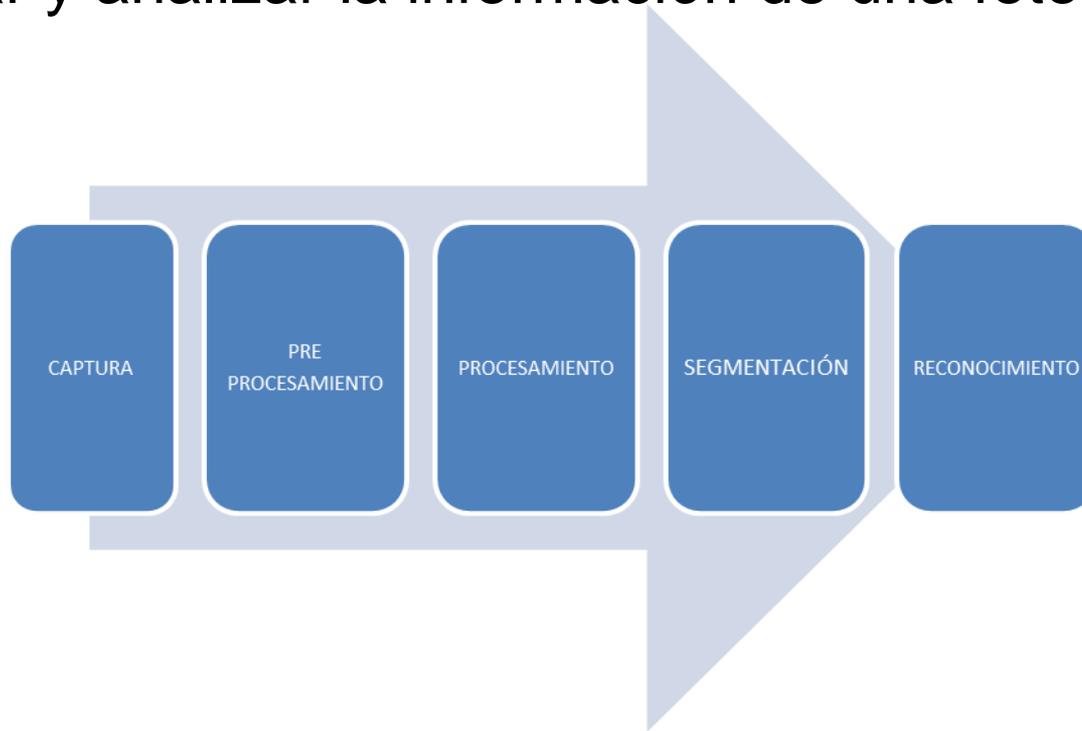
Maquina de lectura

Es un dispositivo utilizado por las personas con discapacidad visual para obtener la información de documentos impresos que no existen en el lenguaje Braille

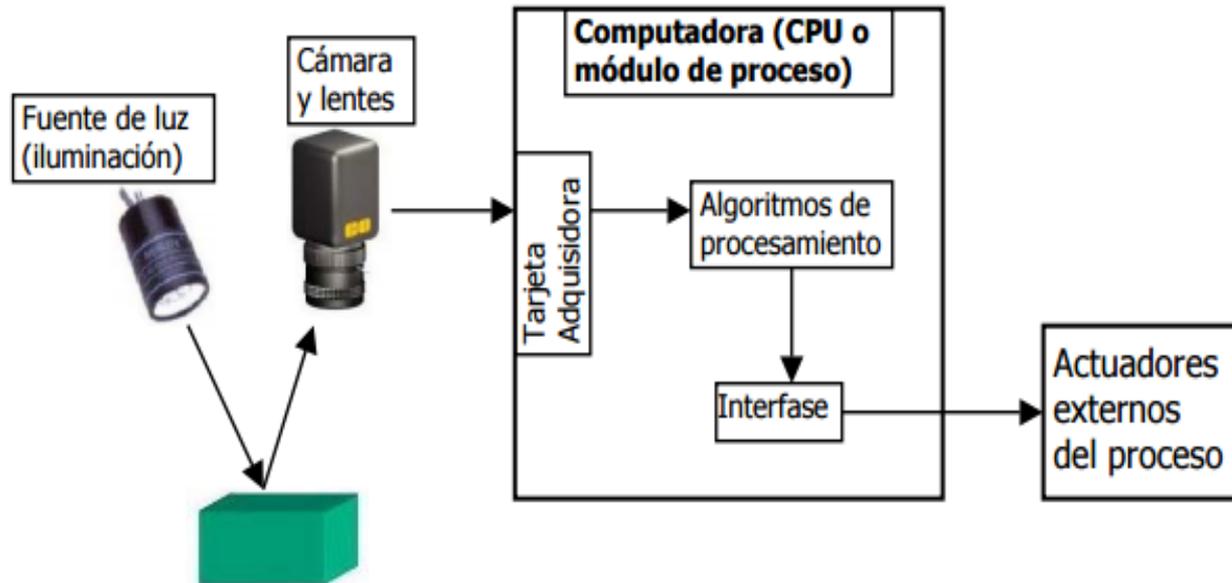
- Digitaliza un documento
- Procesa la imagen
- Reconocimiento óptico de caracteres
- Interpretación de la información
- Conversión de texto a voz
- Salida en audio

Visión por computador

- La visión por computador es un campo del procesamiento digital de señales que permite obtener, procesar y analizar la información de una fotografía.

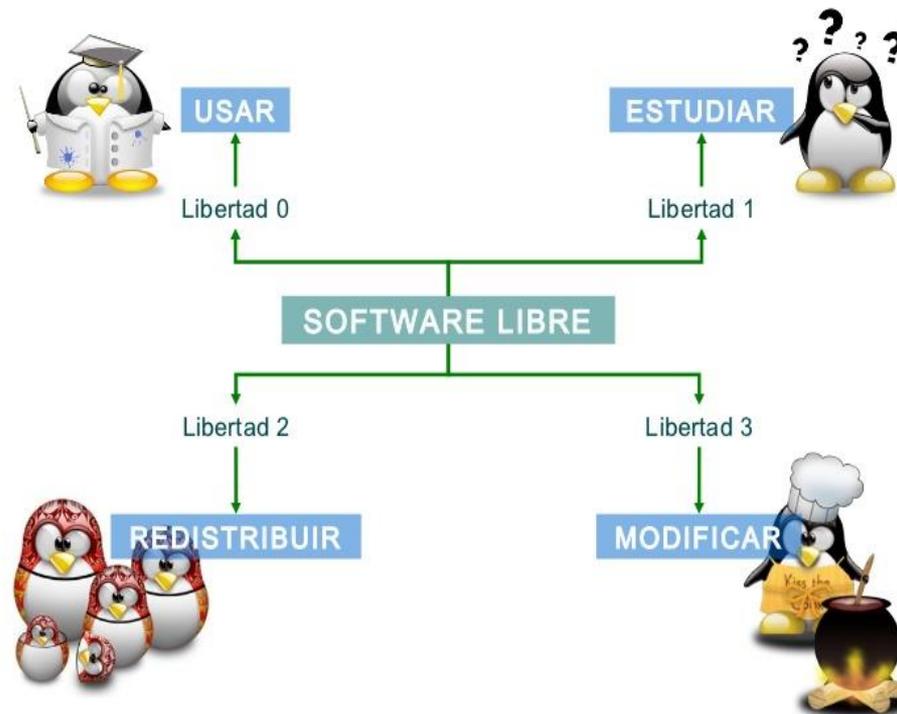


Elementos de la visión por computador



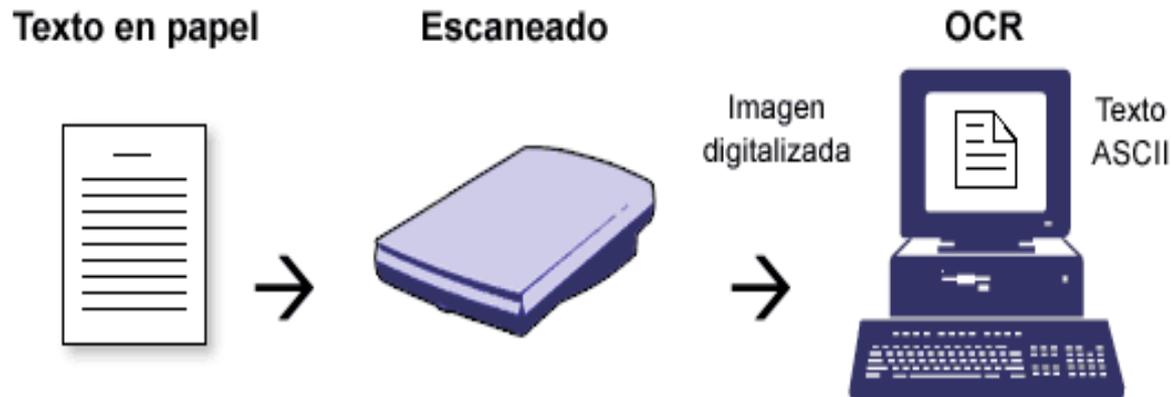
Software libre

Son programas informáticos gratuitos utilizados como una alternativa para no utilizar los sistemas operativos y programas habituales como Windows.



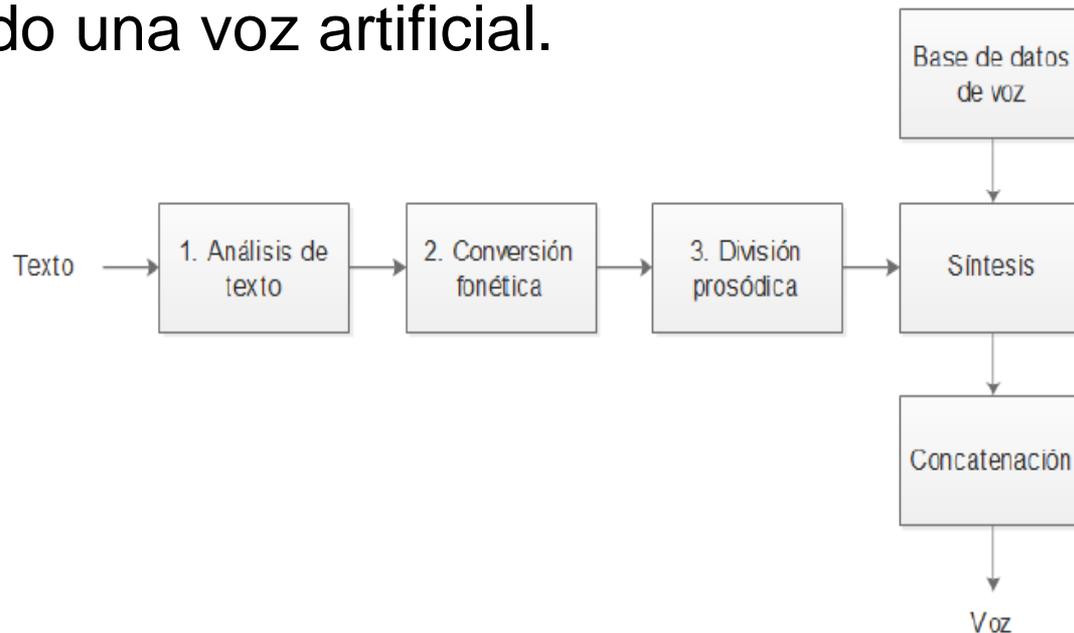
Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)

Es un software de computación el cual está diseñado para identificar y reconocer letras en cualquier idioma de un documento impreso.



Convertidor TTS

La función de este tipo de software es tomar un archivo en formato de texto, analizarlo y procesarlo para poder convertir su información en audio y presentarla al usuario utilizando una voz artificial.

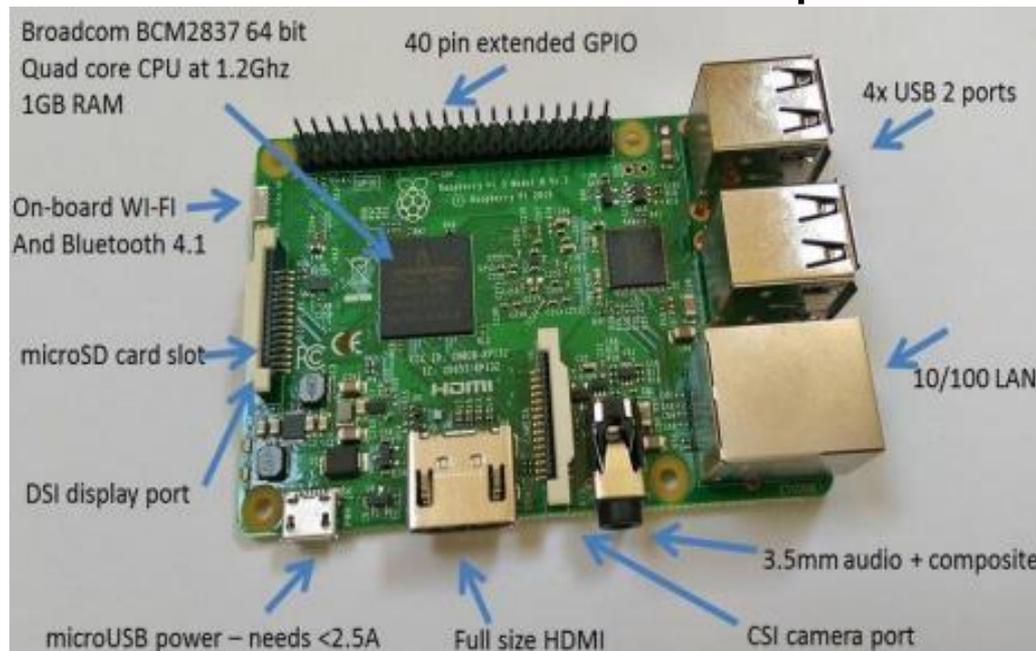


Hardware requerido

- Procesador
- Cámara
- Tarjeta de memoria
- Sistema de iluminación
- Fuente de alimentación

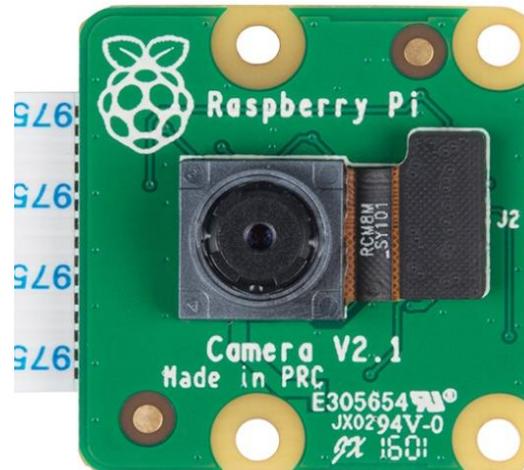
Tarjeta Raspberry PI 3 modelo B

La Raspberry PI es prácticamente un ordenador de tamaño reducido con bajo costo, el cual su principal función es emular el funcionamiento de un computador de trabajo



Modulo Raspberry Pi cámara V 2.1

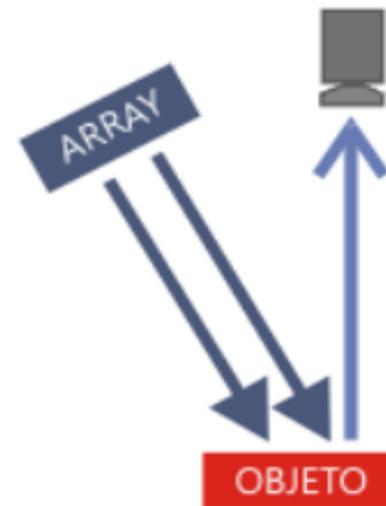
- Sensor Sony IMX 219
- Resolución del sensor de 3280 x 2464 píxeles
- Interfaz de conexión: Cable plano de 15 pines MIPI con protocolo de interface serial CSI
- Área de imagen del sensor: 3,68 x 2,76 mm (4,6 mm diagonal)



Tarjeta de memoria



Iluminación lateral



Fuente de alimentación

Tabla 7:
Consumo de energía de la máquina

	ELEMENTOS UTILIZADOS	CONSUMO DE ENERGÍA EN (A)
1	Raspberry	1.0 (A)
2	Cámara	0.5 (A)
3	Pulsador	0.1 (A)
4	Audífono	0.2 (A)
5	Sistema de Iluminación	0.5 (A)
6	Total	2.3 (A)

Software de desarrollo

- Raspbian
- Python
- OpenCV
- Tesseract OCR
- Festival Voice TTS

Software de comunicación

- Advanced IP Scanner
- Software Putty
- VNC Viewer

Cálculos de diseño

Campo visual de la cámara digital

Sensor Megapíxeles y Resolución	Tamaño de la foto									
	2x3"	3x5"	4x6"	5x7"	6x8"	8x10"	11x14"	13x19"	16x20"	24x36"
1MP 1280 x 960	Profesional 427	Excelente 256	Buena 213	Buena 183	Buena 160	Aceptable 120	Mala 87	Mala 67	Mala 60	Mala 36
2MP 1600 x 1200	Profesional 533	Excelente 320	Excelente 267	Buena 229	Buena 200	Aceptable 150	Aceptable 109	Mala 84	Mala 75	Mala 44
3MP 2048 x 1536	Profesional 683	Profesional 410	Excelente 341	Excelente 293	Excelente 256	Buena 192	Aceptable 140	Aceptable 108	Mala 96	Mala 57
4MP 2464 x 1632	Profesional 816	Profesional 493	Profesional 408	Excelente 326	Excelente 272	Buena 204	Aceptable 148	Aceptable 126	Aceptable 102	Mala 68
6MP 3008 x 2000	Profesional 1000	Profesional 602	Profesional 500	Profesional 400	Excelente 333	Excelente 250	Buena 182	Buena 154	Aceptable 125	Mala 83
8MP 3504 x 2336	Profesional 1168	Profesional 701	Profesional 584	Profesional 467	Profesional 389	Excelente 292	Buena 212	Buena 180	Aceptable 146	Mala 97
10MP 3872 x 2592	Profesional 1291	Profesional 774	Profesional 645	Profesional 518	Profesional 432	Excelente 324	Buena 236	Buena 199	Buena 162	Aceptable 108
12MP 4288 x 2848	Profesional 1424	Profesional 858	Profesional 712	Profesional 570	Profesional 475	Profesional 356	Excelente 259	Buena 219	Buena 178	Aceptable 119
16MP 4992 x 3328	Profesional 1664	Profesional 998	Profesional 832	Profesional 666	Profesional 555	Profesional 416	Excelente 303	Excelente 256	Buena 208	Aceptable 139
18MP 5232 x 3516	Profesional 1744	Profesional 1046	Profesional 872	Profesional 703	Profesional 586	Profesional 440	Excelente 320	Excelente 270	Buena 220	Aceptable 145
21MP 5616 x 3744	Profesional 1872	Profesional 1123	Profesional 936	Profesional 749	Profesional 624	Profesional 468	Excelente 340	Excelente 288	Buena 234	Buena 156

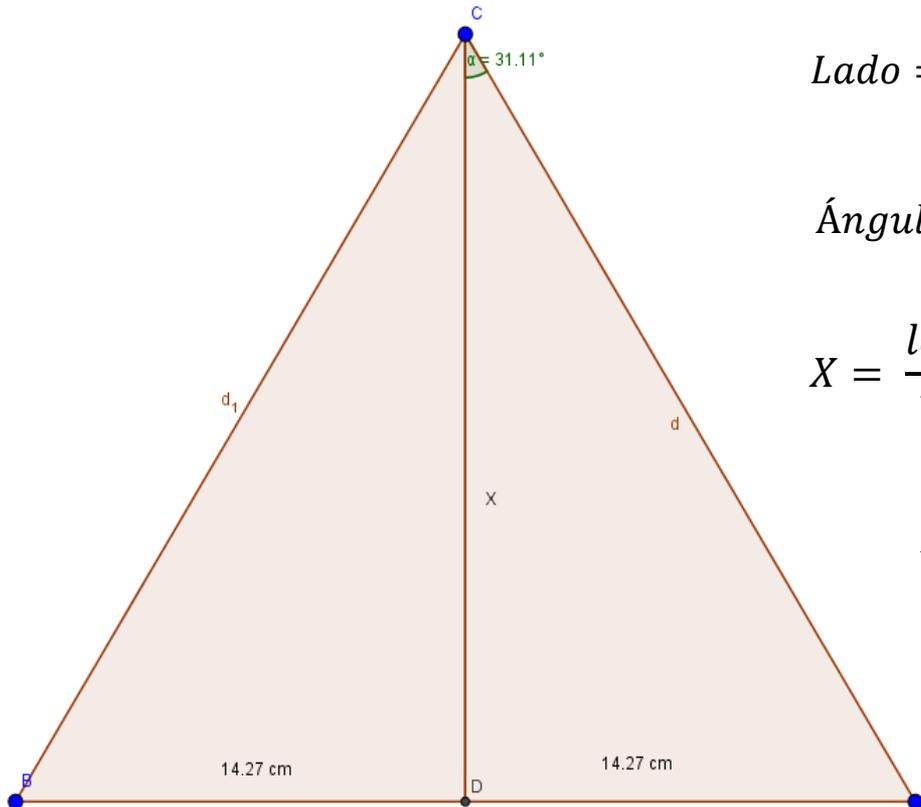
$$(CV) = \frac{\textit{Resolución de los lados del sensor}}{\textit{Resolución ideal de la imagen}} \quad \textit{Ecuación (2).}$$

$$(CV) = \frac{3280 \textit{ Píxeles}}{292 \textit{ Píxeles/Pulgada}} * \frac{2.54 \textit{ Cm}}{1 \textit{ Pulgada}} = 28.53 \textit{ Cm.}$$

$$(CV) = \frac{2464 \textit{ Píxeles}}{292 \textit{ Píxeles/Pulgada}} * \frac{2.54 \textit{ Cm}}{1 \textit{ Pulgada}} = 21.43 \textit{ Cm.}$$

Distancia de la cámara al objeto

Lado largo del campo de visión



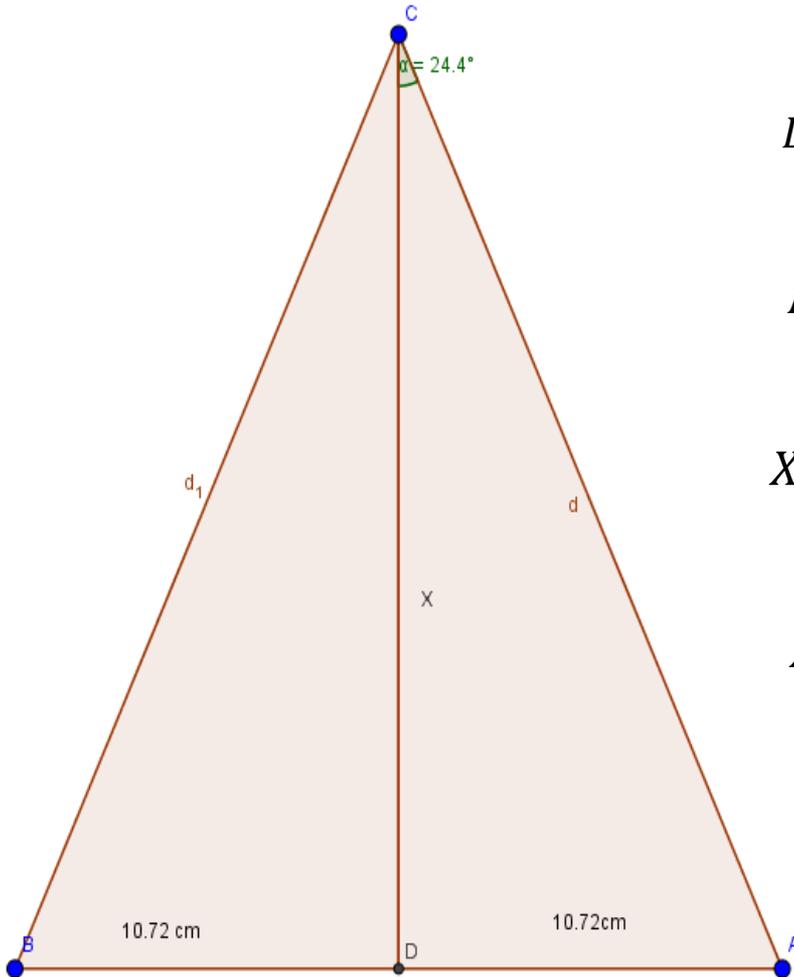
$$\text{Lado} = \frac{28.53 \text{ cm}}{2} = 14.27 \text{ Centímetros.}$$

$$\text{Ángulo} = \frac{62.2 \text{ grados}}{2} = 31.1 \text{ grados.}$$

$$X = \frac{\text{lado opuesto}}{\tan(\text{ángulo})} \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$X = \frac{14.27 \text{ cm}}{\tan(31.1)} = 23.65 \text{ Centímetros}$$

Lado Ancho del campo de visión



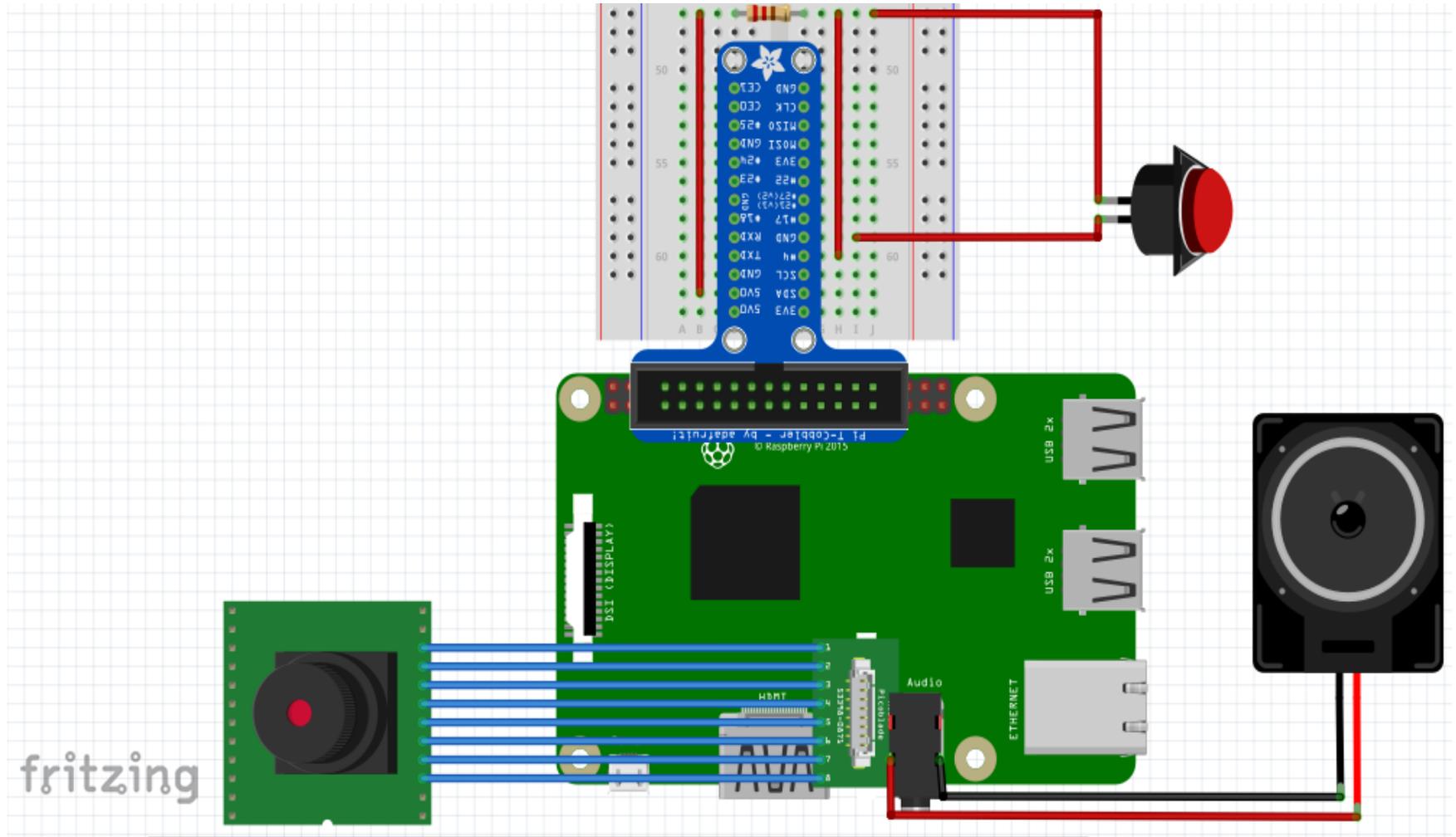
$$\text{Lado} = \frac{21.43 \text{ cm}}{2} = 10.72 \text{ Centímetros}$$

$$\text{Ángulo} = \frac{48.8 \text{ grados}}{2} = 24.4 \text{ grados}$$

$$X = \frac{\text{lado opuesto}}{\tan(\text{ángulo})} \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$X = \frac{10.72 \text{ cm}}{\tan(24.4)} = 23.63 \text{ Centímetros}$$

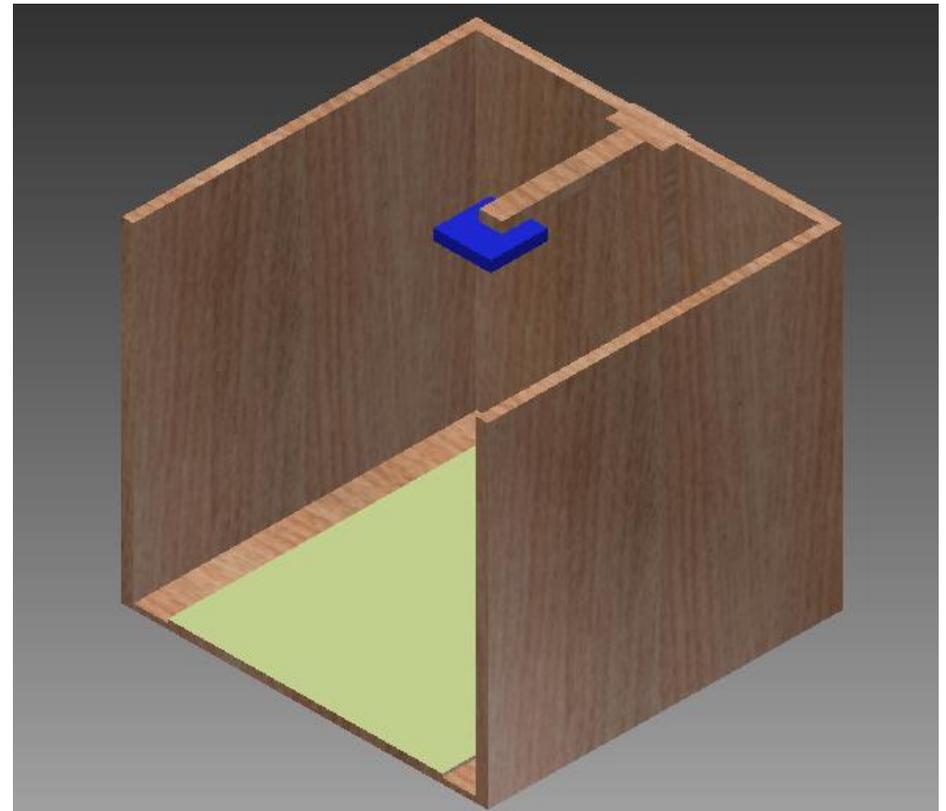
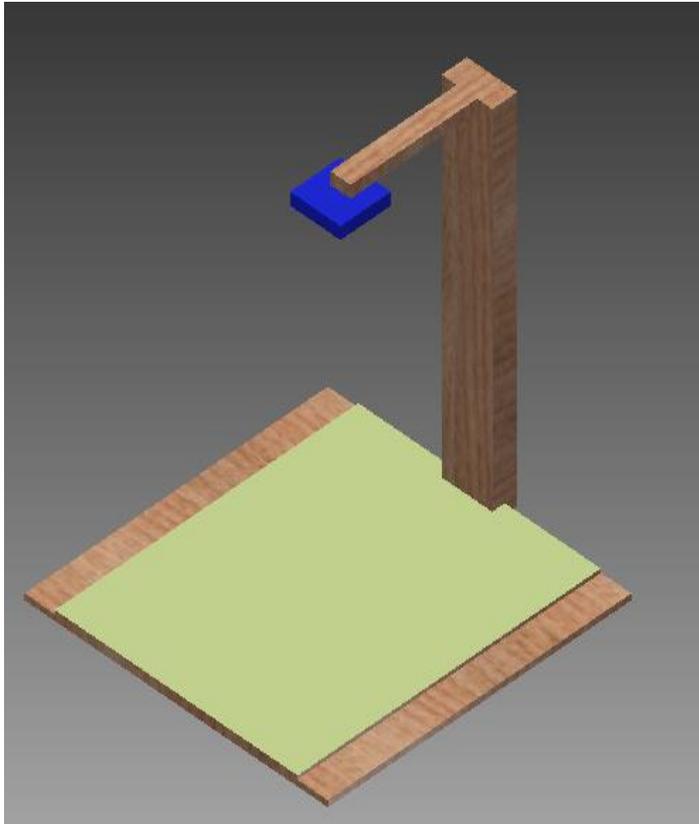
Diseño electrónico

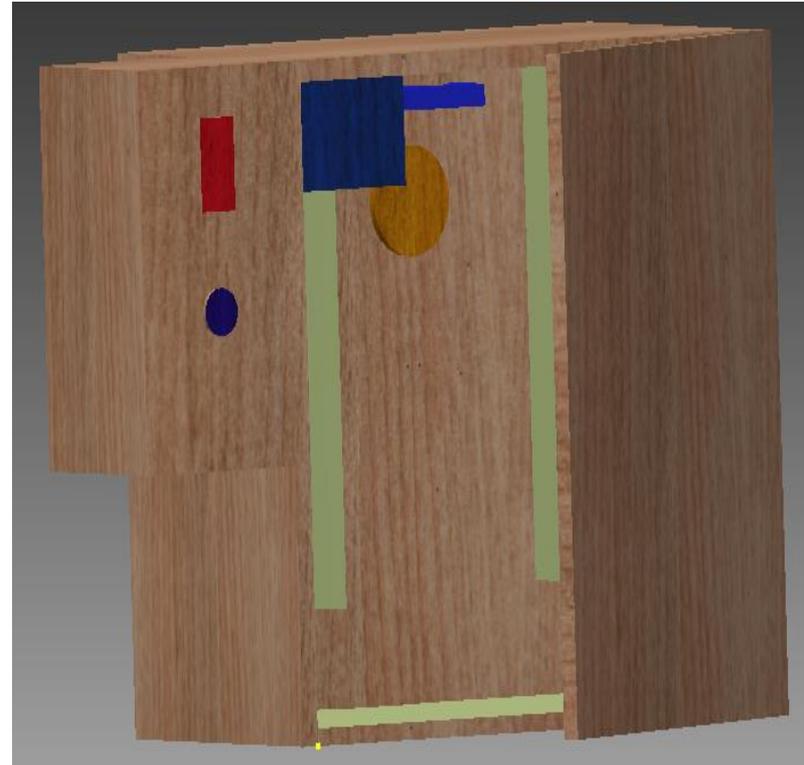


Requisitos para el diseño de la estructura

- Controlar condiciones lumínicas.
- Tenga soporte para todos los componentes.
- Que sea autónoma.
- Dimensiones del campo visual de la cámara
- Sistema de soporte y separación de las hojas de un libro.

Diseño mecánico





Preparación de la tarjeta Raspberry PI

Hardware

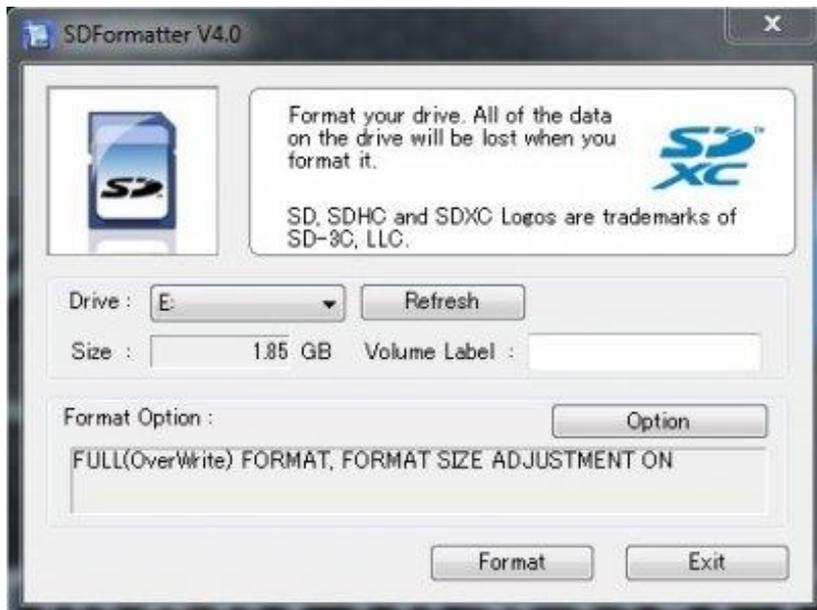
- Memoria micro SD
- Fuente de Alimentación
- Teclado
- Mouse
- Monitor
- Cámara
- Parlante o audífonos

Software

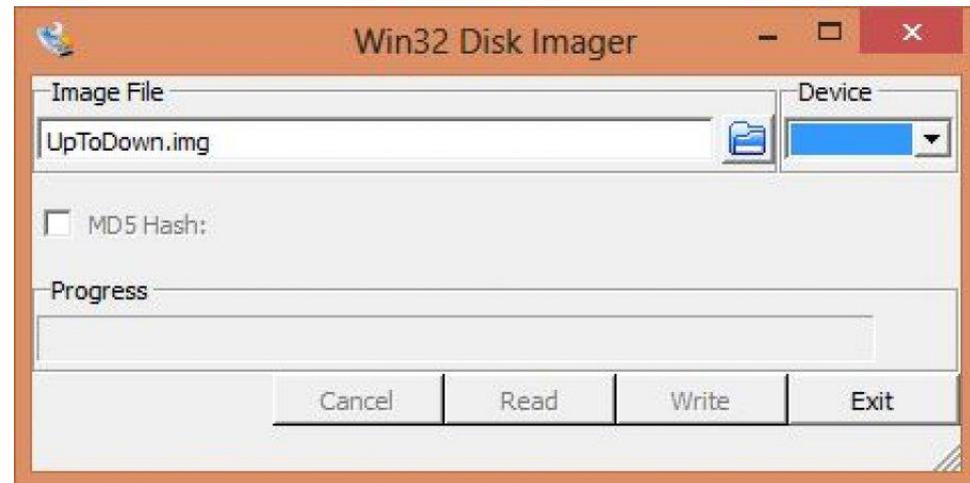
- Raspbian Jessie
- SD Card Formatter
- Win 32 Disk Imager

Instalación del sistema operativo Raspbian Jessie

Formatear el micro SD



Montaje del sistema operativo



Configuración del sistema operativo Raspbian Jessie

```
Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)
Setup Options

1 Expand Filesystem          Ensures that all of the SD card s
2 Change User Password      Change password for the default u
3 Enable Boot to Desktop/Scratch Choose whether to boot into a des
4 Internationalisation Options Set up language and regional sett
5 Enable Camera             Enable this Pi to work with the R
6 Add to Rastrack          Add this Pi to the online Raspber
7 Overclock                Configure overclocking for your P
8 Advanced Options         Configure advanced settings
9 About raspi-config       Information about this configurat

                                <Select>                                <Finish>
```

Pruebas de la cámara y el parlante

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

- raspistill -o myimage.jpg
- Aplay /home/pi/audioalexis.wav

Instalación de OpenCV

- Ampliar el Sistema de Archivos

```
Install guide: Raspberry Pi 3 + Raspbian Jessie + OpenCV 3 Shell
1 $ df -h
2 Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
3 /dev/root       7.2G  3.3G  3.6G  48% /
4 devtmpfs       459M   0  459M   0% /dev
5 tmpfs          463M   0  463M   0% /dev/shm
6 tmpfs          463M  6.4M  457M   2% /run
7 tmpfs          5.0M  4.0K  5.0M   1% /run/lock
8 tmpfs          463M   0  463M   0% /sys/fs/cgroup
9 /dev/mmcblk0p1  60M   20M   41M  34% /boot
10 tmpfs          93M   0   93M   0% /run/user/1000
```

- Desinstalar programas innecesarios

```
$ sudo apt-get purge wolfram
```

• Instalar las Dependencias del Sistema

Tabla 10
Comandos de Instalación de Dependencias en la Raspberry PI

- 1 Sudo apt-get install build-essential cmake pkg-config
- 2 sudo apt-get install libjpeg-dev libtiff5-dev libjasper-dev libpng12-dev
- 3 sudo apt-get install libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev libv4l-dev
- 4 sudo apt-get install libxvidcore-dev libx264-dev
- 5 sudo apt-get install libgtk2.0-dev
- 6 Sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran
- 7 sudo apt-get install python2.7-dev

Fuente: (Rosebrock, 2016)

- **Descargar el Código Fuente de OpenCV**

Tabla 11
Comandos para descargar el código fuente de OpenCV

CÓDIGO FUENTE DE OPENCV	
1	Wget -O OpenCV.zip https://github.com/OpenCV/OpenCV/archive/3.2.0.zip .
2	Unzip OpenCV.zip.
LIBRERÍA OPENCV CONTRIB	
1	Wget -O OpenCV_contrib.zip https://github.com/Itseez/OpenCV_contrib/archive/3.1.0.zip .
2	Unzip OpenCV_contrib.zip.

Fuente: (Rosebrock, 2016)

• Instalación del Entorno Virtual CV

Tabla 12
Comandos de Instalación Para el Entorno virtual

GESTOR DE PAQUETES DE PYTHON	
1	Wget https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py.
2	Sudo python get-pip.py.
ENTORNOS VIRTUALES	
1	Sudo pip install virtualenv virtualenvwrapper.
2	Sudo rm -rf ~/.cache/pip.
ACTUALIZAR FICHERO (.PROFILE) DEL ENTORNO VIRTUAL.	
1	Echo -e "\n# virtualenv and virtualenvwrapper" >> ~/.profile.
2	Echo "export WORKON_HOME=\$HOME/.virtualenvs" >> ~/.profile.
3	Echo "source /usr/local/bin/virtualenvwrapper.sh" >> ~/.profile.

Fuente: (Rosebrock, 2016)

• Compilar e Instalar OpenCV

Tabla 14.
Comandos Para Compilar OpenCV.

COMPILAR OPENCV.	
1	Cd ~/OpenCV-3.1.0/.
2	Mkdir build.
3	Cd build.
4	Cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE \ -D CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local \ -D BUILD_NEW_PYTHON_SUPPORT=ON \ -D INSTALL_C_EXAMPLES=ON \ -D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=ON \ -D BUILD_EXAMPLES=ON \ -D OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=~/OpenCV_contrib- 3.1.0/modules...

Fuente: (Rosebrock, 2016).

Instalación de Tesseract OCR

Tabla 15
Códigos para la Instalación de Tesseract OCR

CÓDIGOS PARA INSTALAR TESSERACT OCR	
1	Sudo apt-get install python-distutils-extra tesseract-ocr tesseract-ocr-eng libopencv-dev libtesseract-dev liblibleptonica-dev python-all-dev swig libcv-dev python-OpenCV python-Numpy python-setuptools build-essential subversion
2	sudo apt-get install tesseract-ocr-eng tesseract-ocr-dev liblibleptonica-dev python-all-dev swig libcv-dev
3	Sudo svn checkout http://python-tesseract.googlecode.com/svn/python-tesseract-0.7.4/
4	Cd python-tesseract-0.7.4
5	Sudo python setup.py build
6	Sudo python setup.py install

Fuente: (OpenAlfa, 2013)

Funcionamiento

- Tesseract foto.jpg ocrtexto -l spa

Instalación de Festival Voice TTS

- `sudo apt-get update` y `sudo apt-get update`.
- `Sudo apt-get -y install festival`
- `Sudo gedit language_castillian_spanish.scm`
- `Amixer cset numid=3 1`

Funcionamiento

- Echo "Hola Mundo" | `festival --tts --language Spanish`

Instalación Librerías Adicionales

Gestor de paquetes de Python

- Sudo apt-get installs python-pip

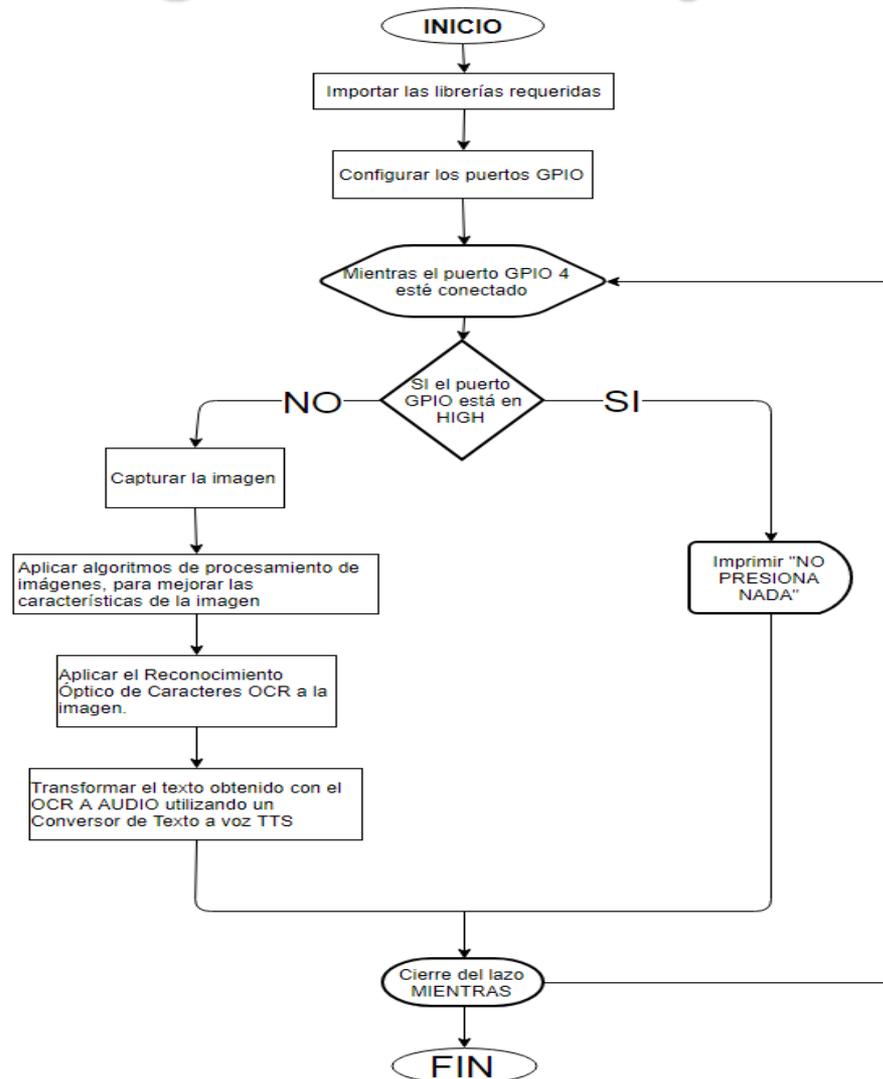
Librería PI Cámara

- Sudo pip install Python-picamera

Librería GPIO

- Sudo apt-get installs python-rpi.gpio

Diagrama de Flujo del algoritmo



Desarrollo del algoritmo

Librerías

Librerías requeridas para Python

LIBRERÍAS REQUERIDAS PARA PYTHON

- 1 Import time.
- 2 Import RPi.GPIO as GPIO.
- 3 Import os.
- 4 Import cv2.
- 5 Import Numpy as np.

Configurar puertos GPIO

- GPIO.setmode (GPIO. BCM)
- GPIO. Set warnings (False).
- Button=4.
- GPIO.setup (button, GPIO.IN, GPIO. PUD_ UP)

Estructuras Repetitivas y Condicionales

While

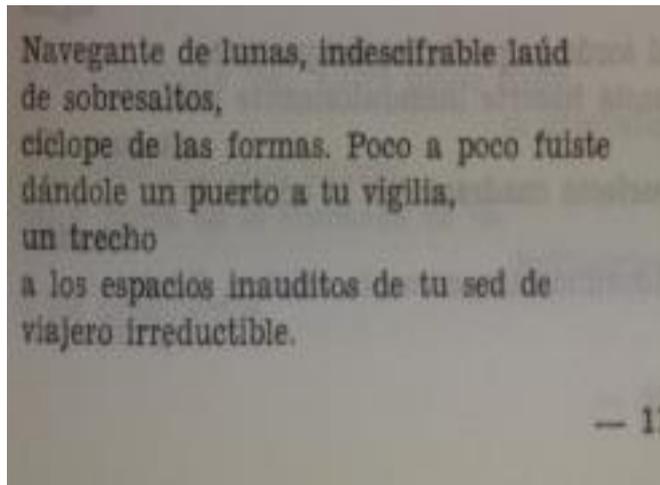
- While True: button_ state =GPIO. Input (button)

If

- If button_ state== GPIO. HIGH

Capturar la imagen

- Os. System ('raspistill -v -o cap.png -roi 0.23, 0.0, 0.56, 1.0')



Procesamiento de la imagen

- `Img = cv2. Imread ('cap.png', 0)`
- `Height, width = img. Shape [:2]`
- `Res = cv2.Resize (img,(width/2, height/2), interpolation = cv2.INTER_CUBIC)`
- `ecu = cv2.equalizeHist (res)`
- `Th3=cv2.adaptiveThreshold (ecu, 255, cv2.ADAPTIVE_THRESHOLD_GAUSSIAN_C, cv2.THRESH_BINARY, 13, 10)`
- `cv2. Imwrite ("resul.jpg", Th3)`

Navegante de lunas, indescifrable laúd
de sobresaltos,
cíclope de las formas. Poco a poco fuiste
dándole un puerto a tu vigilia,
un trecho
a los espacios inauditos de tu sed de
viajero irreductible.

— 11

Aplicación del OCR

- `Os.system ('tesseract resul.jpg text -l spa')`

```
Navegante de lunas, indescifrable laúd  
de sobresaltos,  
  
cíclope de las formas. Poco a poco fuiste  
dándole un puerto a tu vigilia,  
  
un trecho  
  
a 10s espacios inauditos de tu sed de  
viajero irreductible.  
  
-11
```

Aplicación de TTS

- `Os.system(' less text.txt | iconv -f utf-8 -t iso-8859-1 -s -c | festival --tts--
language Spanish')`

Script de programación Python

```
import time
import RPi.GPIO as GPIO
import os
import cv2
import numpy as np

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setwarnings(False)

button=4
GPIO.setup(button, GPIO.IN, GPIO.PUD_UP)

os.system('echo "coloque el texto, y presione el boton. para empezar a leer" | festival --language spanish --tts')
while True:
    button_state =GPIO.input(button)
    if button_state== GPIO.HIGH:
        print ("No presiona nada")
    else:
        print ("LOW")
        os.system('echo "procesando documento" | festival --language spanish --tts')
        os.system('raspistill -v -o cap.png -roi 0.23,0.0,0.56,1.0')
        img = cv2.imread('cap.png',0)
        cv2.imwrite("escgri.jpg",img)
        height, width= img.shape[:2]
        res = cv2.resize(img,(width/2, height/2),interpolation = cv2.INTER_CUBIC)
        cv2.imwrite("resize.jpg",res)
        ecu=cv2.equalizeHist(img)
        ecures=np.hstack((img,ecu))
        cv2.imwrite("histograma.jpg",ecu)
        th3=cv2.adaptiveThreshold(ecu, 255, cv2.ADAPTIVE_THRESH_GAUSSIAN_C, cv2.THRESH_BINARY, 13,10)
        cv2.imwrite("resul.jpg",th3)
        os.system('tesseract resul.jpg tex1 -l spa')
        os.system('less /home/pi/tex1.txt|iconv -f utf-8 -t iso-8859-1 -s -c|festival --tts --language spanish')
        os.system('echo "coloque el texto, y presione el boton. para empezar a leer" | festival --language spanish --tts')
        time.sleep(0.5)
```

Ejecutar script al encender el equipo

- sudo nano /etc/init.d/detector-init
- sudo chmod 755 /etc/init.d/detector-init
- sudo /etc/init.d/detector-init start
- sudo update-rc.d detector-init defaults

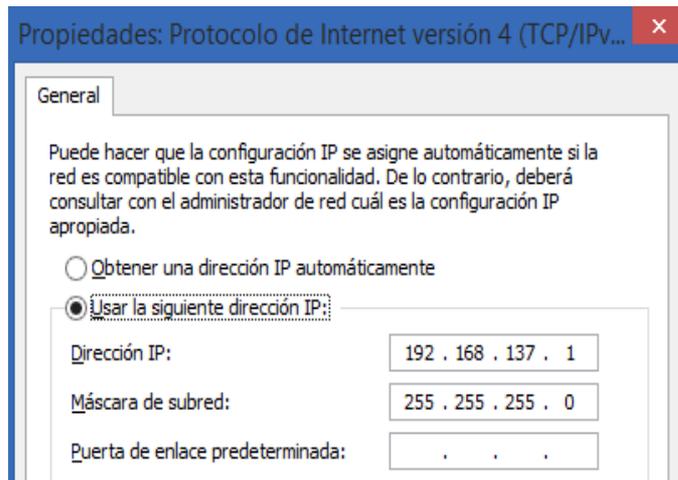
```
#!/bin/sh
# /etc/init.d/detector-init

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          detector-init
# Required-Start:    $all
# Required-Stop:     $remote_fs $syslog
# Default-Start:     2 3 4 5
# Default-Stop:      0 1 6
# Short-Description: Script de ejemplo de arranque autom?tico
# Description:       Script para arrancar el detector de presencia
### END INIT INFO

# Dependiendo de los par?metros que se le pasen al programa se usa una opci?n
case "$1" in
start)
    echo "Arrancando detector-init"
    # Aqu? hay que poner el programa que quieras arrancar autom?ticamente
    /usr/bin/python /home/pi/arranque.py
    #/usr/bin/python /home/pi/lector.py
    ;;
stop)
    echo "Deteniendo detector-init"
    ;;
*)
    echo "Modo de uso: /etc/init.d/detector-init {start|stop}"
    exit 1
    ;;
esac
exit 0
```

Configuración IP estática

Computador



Raspberry PI

- `sudo cp /etc/network/interfaces interfaces.old`
- `sudo nano -w /etc/network/interfaces`
- `iface eth0 inet manual`

```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
GNU nano 2.2.6 File: /etc/network/interfaces  
# interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)  
# Please note that this file is written to be used with dhcpcd  
# For static IP, consult /etc/dhcpcd.conf and 'man dhcpcd.conf'  
# Include files from /etc/network/interfaces.d:  
source-directory /etc/network/interfaces.d  
auto eth0  
iface lo inet loopback  
  
iface eth0 inet static  
address 192.168.137.25  
netmask 255.255.255.0  
gateway 192.168.137.1  
  
allow-hotplug wlan0  
iface wlan0 inet manual  
wpa-conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf  
AG Get Help AO WriteOut AR Read File AV Prev Page AK Cut Text AC Cur Pos  
AX Exit AJ Justify AW Where Is AY Next Page AU UnCut Text AT To Spell
```

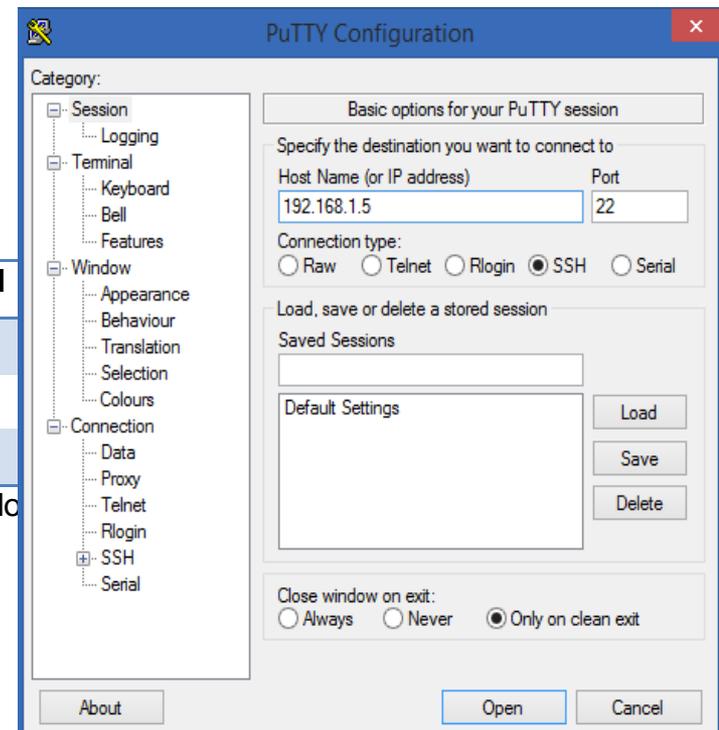
Activar SSH en la Raspberry Pi

Comandos para activar la comunicación SSH

COMANDOS PARA ACTIVAR LA COMUNICACIÓN SSH

- 1 Sudo apt-get install ssh.
- 2 Sudo /etc./init.d/ssh start.
- 3 Sudo update-rc.d ssh defaults.

Fuente: (Bejarano, Conexión remota al Raspberry Pi usando



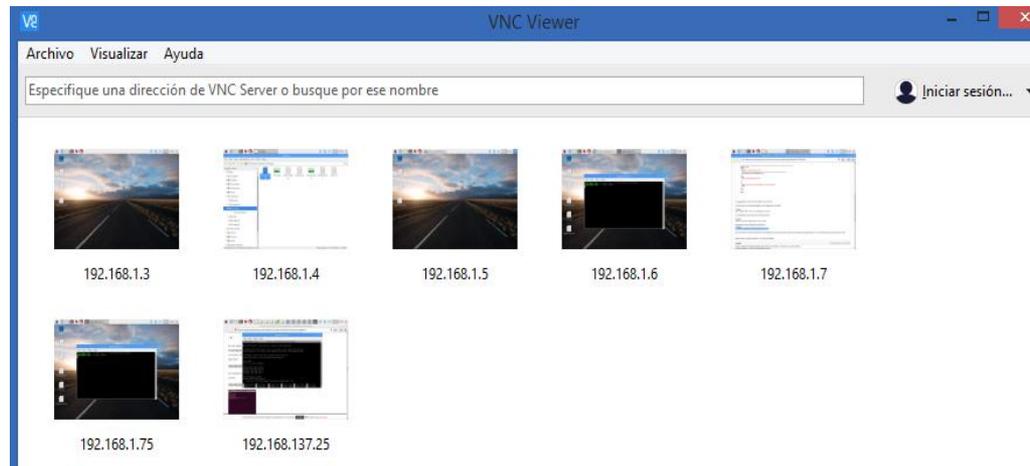
Activar VNC en la Raspberry Pi

Comandos para activar la comunicación VNC

COMANDOS PARA ACTIVAR LA COMUNICACIÓN VNC

- 1 Sudo apt-get install tightvncserver.
- 2 Vncserver :0 -geometry 1280x800 -depth 16 -pixelformat rgb565.
- 3 Vncserver :0.

Fuente: (Bejarano, Conexión remota al Raspberry Pi usando SSH, 2013)

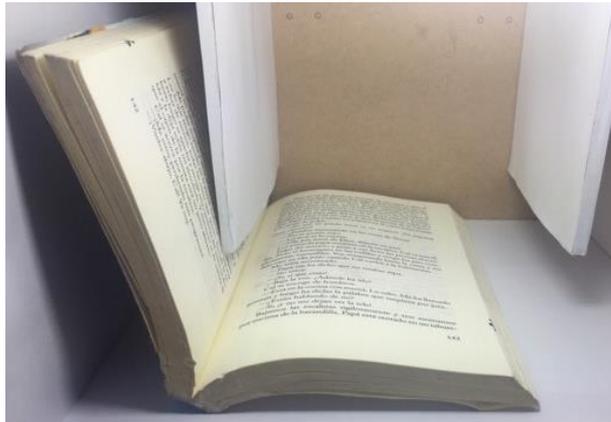


Operación del dispositivo

Encendido del dispositivo



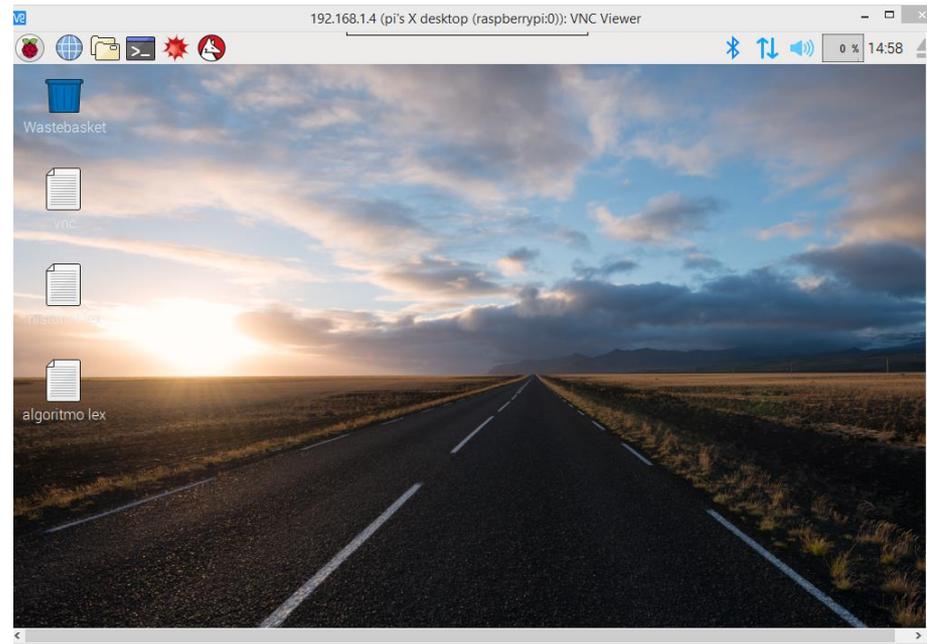
Funcionamiento del dispositivo



Establecer comunicación remota

- Conectar mediante cable Ethernet la maquina y el computador.
- Iniciar el software PUTTY
- Ingresar la dirección IP estática de la maquina 192.168.137.25.
- Si no recuerda la dirección IP, utilizara el software Advanced IP Scanner
- Ingresar las credenciales de acceso, usuario: **pi** y la contraseña **raspberry**.
- Activar el escritorio remoto con: **Vncserver: 0**

- Iniciar el software VNC Viewer
- Ingresar la dirección IP estática de la maquina 192.168.137.25.
- Ingresar las credenciales de acceso, usuario: **pi** y la contraseña **raspberry**



Pruebas de Funcionamiento

Pruebas con letra número 14

	# PALABRAS	ACIERTOS	ERROR	% ERROR
PRUEBA 1	96	91	5	5.2%
PRUEBA 2	75	71	4	5.3%
PRUEBA 3	83	79	4	4.8%
PRUEBA 4	79	67	4	5.0%
PRUEBA 5	82	77	5	6.0%
PRUEBA 6	68	64	4	5.8%
PRUEBA 7	83	78	5	6.0%
PRUEBA 8	92	88	4	4.3%
PRUEBA 9	94	89	5	5.3%
PRUEBA 10	76	73	3	3.9%
TOTAL	828	785	43	5.19%

Pruebas con letra número 12

	# PALABRAS	ACIERTOS	ERROR	% ERROR
PRUEBA 1	221	207	14	6.3%
PRUEBA 2	192	182	10	5.2%
PRUEBA 3	205	193	12	5.8%
PRUEBA 4	182	172	10	5.5%
PRUEBA 5	193	182	11	5.7%
PRUEBA 6	201	188	13	6.4%
PRUEBA 7	214	200	14	6.5%
PRUEBA 8	187	176	11	5.8%
PRUEBA 9	223	208	15	6.7%
PRUEBA 10	231	216	15	6.5%
TOTAL	2049	1924	125	6.2%

Pruebas con letra número 10

	# PALABRAS	ACIERTOS	ERROR	% ERROR
PRUEBA 1	322	297	25	7.7%
PRUEBA 2	364	337	27	7.4%
PRUEBA 3	354	329	25	7.1%
PRUEBA 4	298	276	22	7.3%
PRUEBA 5	311	287	24	7.7%
PRUEBA 6	326	300	26	7.9%
PRUEBA 7	330	305	25	7.5%
PRUEBA 8	331	307	24	7.2%
PRUEBA 9	299	276	23	7.7%
PRUEBA 10	315	290	25	7.9%
TOTAL	3250	3004	246	7.56%

Pruebas con tamaños de letras combinados

	# PALABRAS	ACIERTOS	ERROR	% ERROR
PRUEBA 1	285	263	22	7.7%
PRUEBA 2	318	294	24	7.5%
PRUEBA 3	307	283	24	7.8%
PRUEBA 4	315	295	20	6.3%
PRUEBA 5	298	280	18	6.04%
PRUEBA 6	321	300	21	6.5%
PRUEBA 7	333	309	24	7.2%
PRUEBA 8	308	287	21	6.8%
PRUEBA 9	319	297	22	6.8%
PRUEBA 10	325	302	23	7.07%
TOTAL	3129	2910	219	7.00%

Pruebas de texto combinado con imágenes y tablas

	# PALABRAS	ACIERTOS	ERROR	% ERROR
PRUEBA 1	164	148	16	9.7%
PRUEBA 2	218	199	19	8.7%
PRUEBA 3	195	177	18	9.2%
PRUEBA 4	188	172	16	8.5%
PRUEBA 5	163	149	14	8.6%
PRUEBA 6	207	190	17	8.2%
PRUEBA 7	234	214	20	8.5%
PRUEBA 8	223	207	16	7.2%
PRUEBA 9	211	195	16	7.6%
PRUEBA 10	231	210	21	9.1%
TOTAL	2034	1861	173	8.50%

Pruebas con las hojas derechas de un libro

	# PALABRAS	ACIERTOS	ERROR	% ERROR
PRUEBA 1	214	202	12	5.6%
PRUEBA 2	218	203	15	6.8%
PRUEBA 3	189	181	8	4.2%
PRUEBA 4	188	175	13	6.9%
PRUEBA 5	211	195	16	7.6%
PRUEBA 6	315	295	20	6.3%
PRUEBA 7	228	210	18	7.8%
PRUEBA 8	223	207	16	7.2%
PRUEBA 9	298	280	18	6.0%
PRUEBA 10	231	216	15	6.5%
PRUEBA 11	205	193	12	5.8%
PRUEBA 12	182	172	10	5.5%
PRUEBA 13	176	170	6	3.4%
PRUEBA 14	83	79	4	4.8%
PRUEBA 15	79	67	4	5.0%
TOTAL	3040	2853	187	6.20%

Pruebas con las hojas izquierdas de un libro

	# PALABRAS	ACIERTOS	ERROR	% ERROR
PRUEBA 1	321	300	21	6.5%
PRUEBA 2	333	309	24	7.2%
PRUEBA 3	308	287	21	6.8%
PRUEBA 4	188	175	13	6.9%
PRUEBA 5	83	78	5	6.0%
PRUEBA 6	92	88	4	4.3%
PRUEBA 7	94	89	5	5.3%
PRUEBA 8	223	207	16	7.2%
PRUEBA 9	137	127	10	7.2%
PRUEBA 10	221	207	14	6.3%
PRUEBA 11	205	193	12	5.8%
PRUEBA 12	185	181	4	2.2%
PRUEBA 13	176	164	12	6.8%
PRUEBA 14	83	79	4	4.8%
PRUEBA 15	247	237	10	4.0%
TOTAL	2896	2721	175	6.04%

Limitaciones

- Tamaño máximo del documento es de 29,7 centímetros por 21 centímetros.
- Tamaño mínimo de los caracteres en letra número 10
- Documentos sin marcos de agua y tampoco imágenes detrás de texto.
- Documentos con demasiados caracteres especiales.

Validación de la hipótesis

- **H1:** ¿Se mejorará la capacidad de acceder a mayor cantidad de información impresa existente de manera sencilla para las personas no videntes, mediante la investigación e implementación del lector audible?
- **H0:** Mediante la investigación e implementación del lector audible, no se mejorará la capacidad de acceso a la información impresa existente para las personas no videntes.

Distribución chi cuadrado de Pearson del proyecto

	PALABRAS BIEN LEÍDAS	PALABRAS SIN LEER	TOTAL FILAS
LECTURA CON LETRA # 10	3004	246	3250
LECTURA CON LETRA # 12	1924	125	2049
LECTURA CON LETRA # 14	785	43	828
LECTURA CON TAMAÑOS DE LETRAS COMBINADOS	2910	219	3129
LECTURA DE TEXTO COMBINADO CON TABLAS E IMÁGENES	1861	173	2034
LECTURA DE LAS HOJAS DERECHAS DE UN LIBRO	2853	187	3040
LECTURA DE LAS HOJAS IZQUIERDAS DE UN LIBRO	2721	175	2896
TOTAL COLUMNAS	16058	1168	17226

frecuencia teórica

$$f_t = \frac{(\text{total de la columna}) * (\text{total de la fila})}{\text{total de datos}}$$

Grado de libertad

$$V = (\# \text{ de filas} - 1) * (\# \text{ de columnas} - 1) \quad V = 6$$

Chi cuadrado de Pearson

$$x^2 = \sum \frac{(f - f_t)^2}{f_t} \quad x^2 = 22.146$$

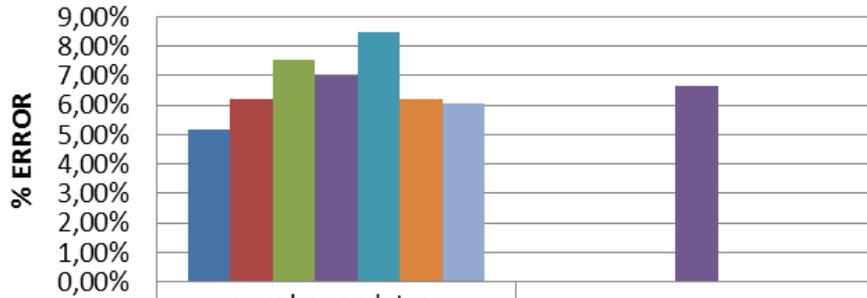
Comprobación chi cuadrado

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880

$$x^2 \text{ calculado} > x^2 \text{ tabla}$$

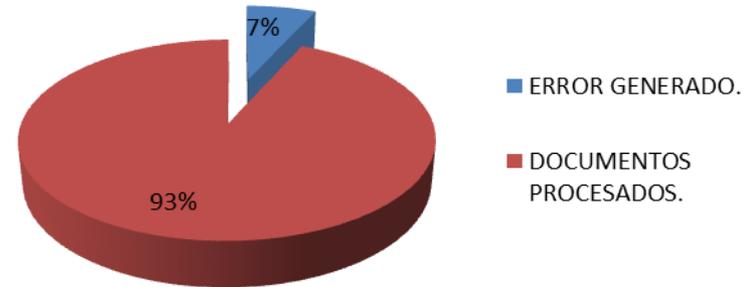
Se cumple la hipótesis alternativa

ERROR DE FUNCIONAMIENTO.



	prueba con letras combinadas	Promedio de Error
■ Tabla 20	5,19%	
■ Tabla 21	6,20%	
■ Tabla 22	7,56%	
■ Tabla 23	7,00%	6,67%
■ Tabla 24	8,50%	
■ Tabla 25	6,20%	
■ Tabla 26	6,04%	

PORCENTAJE DE FUNCIONAMIENTO.



Análisis Económico

Valor del proyecto de investigación

N°	DENOMINACIÓN	VALOR (USD)
1	Mini procesador	120
2	Cámara digital	100
3	Audífonos	30
4	Estructura Mecánica	200
5	Sistema de iluminación	70
6	Material Eléctrico	60
7	Material Electrónico	120
8	Montaje de los componentes	80
9	Varios	180
10	Total	960

Costo beneficio

- Valor comercial máquina de lectura es de 2,120.00 dólares americanos
- Costo de envío e impuestos por desaduanización es del 45% del valor
- Costo final 3,074.00 dolares americanos
- Costo – beneficio en relacion de 3 a 1.

CONCLUSIONES

- Obtención de Conocimientos acerca de los sistemas educativos de los invidentes
- Utilización de programas de distribución libre
- Construcción de una estructura aceptable
- Elaboración de un algoritmo de programación eficaz
- Instalación y configuración de los componentes de la maquina de lectura
- Pruebas de funcionamiento aceptables
- Procesamiento de documentos de hasta las dimensiones A4
- Captura de fotografías de 292 PPI
- Promedio de error generado de 7%
- Tiempo de procesamiento promedio de 45 Sg por hoja
- Funcionamiento automático de la maquina
- Limitaciones determinadas con las pruebas de funcionamiento.

RECOMENDACIONES

- Eliminar programas innecesarios como wólffram y libre office.
- Instalación de OpenCV ser pacientes
- Conectar a la misma red la maquina y el computador
- Recordar las credenciales de usuario de la maquina
- Tener cuidado con las descargas electroestáticas
- Asegurase que las dependencias y librerías de OpenCV tengan las mismas versiones
- Instalar librerías de optimización de recursos como gfortran
- Recordar la dirección IP de la maquina que es **192.168.137.25**

**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**