



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TÍTULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO
DE TELEVISIÓN UTILIZANDO MINI ORDENADORES RASPBERRY PI Y
CAMARAS PARA CUBRIR EL CONCURSO ECUATORIANO DE
ROBÓTICA DENTRO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE
GUAYAQUIL.

AUTOR (ES):

VICENTE JOAQUIN GORDON CHAVARRÍA
JOSSELIN ARIANNA MOLINA ORMAZA

Previa la obtención del Título

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL**

TUTOR:

M. Sc. Luis Córdova Rivadeneira

Guayaquil, Ecuador

2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Vicente Joaquín Gordon Chavarría** y la Srta. **Josselin Arianna Molina Ormaza** como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.

TUTOR

M. Sc. Luis Córdova Rivadeneira

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Miguel A. Heras Sánchez.

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Vicente Joaquín Gordon Chavarría y Josselin Arianna Molina Ormaza**

DECLARAMOS QUE:

El trabajo de titulación “**Diseño e implementación de un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión utilizando mini ordenadores Raspberry Pi y cámaras para cubrir el Concurso Ecuatoriano de Robótica dentro de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**” previa a la obtención del Título de Ingeniero en Telecomunicaciones, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2016

LOS AUTORES

Josselin Arianna Molina Ormaza

Vicente Joaquín Gordon Chavarría



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Vicente Joaquín Gordon Chavarría** y **Josselin Arianna Molina Ormaza**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Diseño e implementación de un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión utilizando mini ordenadores Raspberry Pi y cámaras para cubrir el Concurso Ecuatoriano de Robótica dentro de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil”**, cuyo contenido, ideas y criterios es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2015

LOS AUTORES

Josselin Arianna Molina Ormaza

Vicente Joaquín Gordon Chavarría

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo quiero dedicar a Dios, a mi abuela que fue parte importante en el desarrollo de mi vida, a mis padres fuente primordial de comprensión y cariño, a mi hermano, mi familia, mis amigos que en todos estos años permanecen incondicionales con su amistad, a las autoridades y catedráticos de la Facultad, por ser guías en nuestro paso por las aulas que nos formaron como futuros ingenieros.

Vicente Gordon Chavarría

El presente proyecto de titulación se lo dedico a Dios, mis padres, mi hermana, mi familia, por su amor y apoyo incondicional en cada peldaño escalado en el transcurso de mi vida, a mis amigos por su amistad y confianza, a mi compañero de proyecto de titulación, el cual siempre se mantuvo optimista y paciente al momento de realizar nuestro proyecto, a la Universidad y por ende a nuestra Facultad, el cual conformada por docentes, personal administrativo y de servicio nos brindaron su colaboración en el transcurso de nuestro paso por las aulas.

Josselin Molina Ormaza

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios por permitirnos un día más de vida, a nuestros padres que siempre han estado con nosotros incondicionalmente para apoyarnos y ser respaldos en cada día desde nuestra infancia, a nuestros hermanos, compañía de buenos momentos, a los amigos, familia que elegimos para compartir diversos momentos en el transcurso de nuestras vidas, gracias por brindarnos una sonrisa de confianza cuando en ocasiones se cree todo perdido. Gracias a nuestros maestros, que durante el transcurso de nuestra vida como estudiantes nos dieron su apoyo y consejos, que seguramente serán de gran utilidad en un futuro. Gracias palabra de pocas letras pero que encierra una gran estima y consideración, nuestra gratitud estará siempre para con ustedes por su consideración y por creer en nosotros, este no es más que otro peldaño que comenzamos a escalar en nuestras vidas, la vida sigue, pero gracias a ustedes, nuestra vida continuará con un poco más de experiencia, consejos y aprendizaje. Sin olvidar quienes somos y de donde vinimos.

¡Muchas Gracias!

Vicente Gordon Chavarria y Josselin Molina Ormaza

Índice General

Índice de Figuras	IX
Índice de Tablas	XII
Resumen	XIII
Abstract	XIV
CAPÍTULO 1: Generalidades del Proyecto de Titulación	15
1.1. Antecedentes.	15
1.2. Justificación del Problema.....	15
1.3. Definición del Problema.....	16
1.4. Objetivos del Problema de Investigación.....	16
1.4.1 Objetivo General.	16
1.4.2 Objetivos Específicos.	16
1.5. Hipótesis.	17
1.6. Metodología de Investigación.....	17
1.6.1 Enfoque de la Investigación.....	17
1.6.2 Alcance de la Investigación.	17
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	18
2.1. Generalidades del miniordenador Raspberry Pi	18
2.1.1 Principales elementos que constituyen la Raspberry Pi.....	19
2.1.2 Diferencia con un Pc	29
2.2 Sistema Operativo.....	33
2.2.1. Versiones Raspbian.....	34
2.2.2. Aplicaciones	36
2.3 Dispositivos	38
2.3.1 Módulo de cámara Raspberry Pi	38
2.3.1.1 Camara Pi Noir	39
2.3.1.2 Modulo de Cámara Pi	40
2.3.1.3 Conexión de la cámara a la Raspberry.....	42
2.3.2 Adaptador USB para Redes Inalámbricas.	42
2.3.2.1 Características del Adaptador USB para Redes Inalámbricas ...	43
2.3.2.2 Estándares Básicos para redes de datos inalámbricas.....	43
2.3.2.3 Partes del Adaptador USB para Red Inalámbrica	45
2.3.2.4 TP-LINK	45

2.3.2.4.1 TL-WN725N	46
CAPÍTULO 3: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	50
3.1. Aspectos a considerar en el diseño del proyecto.....	50
3.2. Configuraciones realizadas en el Mini Ordenador Raspberry-Pi	51
3.2.1 Instalación del Sistema Operativo Whezzy en la Raspberry-Pi.....	51
3.2.2. Configuraciones para la instalación del módulo de cámara Raspberry Pi.....	60
3.3 Requisitos para el almacenamiento	70
3.3.1 Cálculo de almacenamiento	70
3.3.2 Necesidades de almacenamiento para la Raspberry Pi.....	71
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
4.1. Conclusiones.....	72
4.2. Recomendaciones.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
5. ANEXOS	76
Anexos 1	76
Anexos 2	77
Anexos 3	81
Anexos 4	83

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1: Raspberry Pi 2 modelo B	19
Figura 2. 2: Pines GPIO.....	19
Figura 2. 3: Numeración de Pines GPIO.....	20
Figura 2. 4: Descripción pines GPIO.....	21
Figura 2. 5: Estructura ARM Cortex-A7.....	22
Figura 2. 6: Puerto HDMI en Raspberry Pi.....	24
Figura 2. 7: Puerto HDMI Tipo A hembra.....	25
Figura 2. 8: Tipos de puertos HDMI	25
Figura 2. 9: Socket de Audio/Video 3.5mm.....	27
Figura 2. 10: Socket 10/100 Base T.....	28
Figura 2. 11: Conector Micro USB	28
Figura 2. 12: Conectores USB	29
Figura 2. 13: Versiones Raspbian.....	36
Figura 2. 14: Procesador de texto LibreOffice y Hoja de cálculo	37
Figura 2. 15: Hoja de cálculo LibreOffice	37
Figura 2. 16: Herramientas de Java	38
Figura 2. 17: Pi Noir.....	39
Figura 2. 18: Modulo de Cámara	40
Figura 2. 19: Modulo de Cámara conectado a la Raspberry Pi.....	42
Figura 2. 20: Partes de un Adaptador USB para red Inalámbrica.....	45
Figura 2. 21: Adaptador TL-WN725N USB para red Inalámbrica.....	46

Capítulo 3

Figura 3. 1: Raspberry Pi Model B	50
Figura 3. 2: Diagrama de dispositivos necesarios para configurar al miniordenador Raspberry Pi 2.	51
Figura 3. 3: Escritorio de PC.....	52
Figura 3. 4: Página Web oficial fundación Raspberry Pi	52
Figura 3. 5: Página Web oficial fundación Raspberry Pi	53

Figura 3. 6: Página Web oficial fundación Raspberry Pi, sección de descargas	53
Figura 3. 7: Página Web oficial fundación Raspberry Pi, sección de descargas de otros Sistemas Operativos.....	54
Figura 3. 8: Página Web oficial fundación Raspberry Pi, SO Raspbian	54
Figura 3. 9: Página Web oficial fundación Raspberry Pi, SO Raspbian (versiones).....	55
Figura 3. 10: Sistema operativo Wheezy	55
Figura 3. 11: Descarga por medio de uTorrent del Sistema Operativo.....	56
Figura 3. 12: Proceso de insertar la Micro SD en la PC	56
Figura 3. 13: Carpeta de origen en la PC del Sistema Operativo	57
Figura 3. 14: Escritorio de PC	57
Figura 3. 15: Icono del programa Win32DiskImager	58
Figura 3. 16: El programa Win32 Disk Imager (ejecutándose)	58
Figura 3. 17: Seleccionando el archivo que se va a escribir en la Micro SD	59
Figura 3. 18: Insertando la Micro SD en la Raspberry Pi	59
Figura 3. 19: Pantalla de arranque del Sistema Operativo de la Raspberry Pi	60
Figura 3. 20: Raspberry Pi conectada a sus dispositivos	61
Figura 3. 21: Pantalla de arranque de la Raspberry Pi.....	62
Figura 3. 22: Entorno gráfico de Raspberry Pi	62
Figura 3. 23: Entorno gráfico de Raspberry Pi, icono de acceso a Internet	63
Figura 3. 24: Redes disponibles para acceder a Internet	63
Figura 3. 25: Recuadro donde colocamos la clave de acceso a la red que nos conectaremos	64
Figura 3. 26: Entorno gráfico de Raspberry Pi	64
Figura 3. 27: Icono del terminal del Sistema Operativo	64
Figura 3. 28: Pantalla del terminal	65
Figura 3. 29: Terminal de Raspberry con configuraciones iniciales.....	65
Figura 3. 30: Configuración Cámara Pi	66
Figura 3. 31: Insertando la Micro SD en la Raspberry Pi	66
Figura 3. 32: Configuraciones Raspberry Pi módulo de cámara	67
Figura 3. 33: Configuraciones Raspberry Pi módulo de cámara	67
Figura 3. 34: Configuraciones módulo de cámara (habilitar cámara)	68

Figura 3. 35: Configuraciones módulo de cámara creación de subcarpetas	68
Figura 3. 36: Visualización de la cámara por medio de la interfaz Web	69
Figura 3. 37: Visualización de la cámara (CER) por medio de la interfaz Web	69

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 2. 1: Función de los Pines del conector DSI.....	23
Tabla 2. 2: Versiones de conectores HDMI.....	25
Tabla 2. 3: Modelos Raspberry Pi.....	30
Tabla 2. 4: Especificaciones Raspberry Pi 2.....	32
Tabla 2. 5: Componentes físicos de tarjeta Raspberry Pi 2.....	32
Tabla 2. 6: Características principales módulo de cámara Pi.....	41
Tabla 2. 7: Capas utilizadas en el estándar 802.11.....	44
Tabla 2. 8: Estándares de redes Inalámbricos más usados en la actualidad.....	44
Tabla 2. 9: Características de Hardware.....	47
Tabla 2. 10: Características Inalámbricas.....	48

Capítulo 3

Tabla 3. 1: Fórmula para calcular capacidad de almacenamiento.....	71
Tabla 3. 2: Tabla de cálculo en Motion JPEG.....	71

Resumen

Para el presente proyecto de titulación se diseñará un sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) en tiempo real, el mismo que servirá para múltiples eventos que se desarrollen en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones. Particularmente, será implementado a manera de prueba piloto durante el Desarrollo del XI Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER 2015), utilizando varios mini ordenadores Raspberry Pi, que se conectarán inalámbricamente entre sí y cada una conectada a sus propios módulos de cámaras con visión fija, las que serán instaladas en distintos puntos dando cobertura a determinadas áreas donde se llevará a cabo el evento.

Cada año en diversas Instituciones de Educación Superior (IES) del país se lleva a cabo el Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER), presentando consigo novedosos diseños de robots en diversas categorías, donde el ingenio es una de las características que llama la atención de los estudiantes de ingenierías en electrónica, electricidad, telecomunicaciones, sistemas y mecánica. Para el presente año la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), fue designada como sede del CER 2015.

Abstract

This paper aims to design a real time Closed Circuit Television System (CCTV) that will serve for multiple events that the bachelor in Telecommunications will develop. This system will be particularly implemented in testing pilot mode during the development of the XI Ecuadorian Robotics Competition (CER 2015), by using several mini-computers Raspberry Pi, that will all be connected one to another wirelessly while each of them will be connected to its own camera modules with fixed view. These will be installed in different points so as to give coverage of certain areas where the event will take place.

Each year, the Ecuadorian Robotics Competition (CER) takes place in different Institutions of Higher Education (IES). During these events, different innovative robot designs are presented in different categories, where the ingenuity is one of the major characteristics that will draw the attention of students from different bachelors such as: electronics, electricity, telecommunications, systems and mechanics. The present year the Catholic University of Santiago de Guayaquil (UCSG) was designated as the location for the event CER 2015.

CAPÍTULO 1: Generalidades del Proyecto de Titulación

1.1. Antecedentes.

El sistema de CCTV, es el conjunto de cámaras situadas en lugares específicos transmitiendo información de video e imágenes en tiempo real, conectados a través de una red inalámbrica, también conocida como WLAN u otro tipo de tecnología desde un equipo remoto.

“El circuito cerrado de televisión se ha convertido en un medio frecuente de entretener al público. Una entretenida utilización de circuito cerrado de televisión es en acontecimientos deportivos como el fútbol, voleibol y de béisbol, mostrando repeticiones de obras de teatro, la gente en las gradas, y otros generados por programación de computadora. ” (Protección Titanium)

Raspberry Pi, es un mini ordenador capaz de transmitir, grabar, monitorear eventos en tiempo real en una resolución de 1080p. Además posee salida de video y audio a través de un conector HDMI, la cual se podrá conectar el ordenador a televisores o Monitores que contengan dichas conexiones.

Numerosos proyectos en el ámbito de audio y video, se pueden encontrar en los repositorios del sitio web Raspberry Pi, el cual tiene la ventaja de poder trabajar con este mini ordenador en un entorno gráfico e interactivo.

1.2. Justificación del Problema.

El presente proyecto de graduación, tiene como funcionalidad dar un respaldo, mediante la transmisión de video en tiempo real de diversas competencias que se desarrollaran en el Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER) 2015, para el cual se diseñará e implementará un sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) recurriendo al uso de mini computadoras como lo es la Raspberry Pi, a las cuales se les conectará los módulos de cámaras.

1.3. Definición del Problema.

En las instalaciones de la UCSG se crea la necesidad de cubrir vía televisiva una variedad de eventos que se desarrollan en la misma.

Nuestro proyecto de titulación presenta una solución a esta necesidad, la cual plantea cubrir con un sistema de CCTV operado con un mini ordenador denominado Raspberry Pi, diversos eventos, ofertando consigo bajos costo de implementación y un buen rendimiento.

1.4. Objetivos del Problema de Investigación.

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar e implementar un sistema de Circuito Cerrado de Televisión utilizando mini ordenadores Raspberry Pi y cámaras para cubrir el Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER 2015) en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Investigar parámetros básicos en el uso y manejo de mini ordenadores Raspberry Pi.
- Configurar y programar los mini ordenadores Raspberry Pi con sus respectivas conexiones y enlaces a redes WLANS.
- Instalar en las estaciones de trabajo los respectivos mini ordenadores con sus módulos de cámaras para su transmisión.
- Implementar una red con cámaras utilizando mini ordenadores Raspberry Pi.

1.5. Hipótesis.

Dentro de las instalaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil se ha observado que diversos eventos suscitados dentro de la institución, no han podido ser presenciados por el colectivo universitario al momento de su desarrollo. Por tanto el presente trabajo de titulación demostrará que sin mucha inversión y fácil implementación, se puede crear un sistema de Circuito Cerrado de Televisión, utilizando mini ordenadores Raspberry Pi y también el uso de cámaras móviles, el cual servirá para cubrir futuros eventos que se desarrollen dentro de la UCSG.

1.6. Metodología de Investigación.

1.6.1 Enfoque de la Investigación.

Para este proyecto se ha llevado un enfoque cuantitativo, el cual constituye múltiples etapas secuenciales en cuanto a lo que se está diseñando e implementando, derivando las ideas de los objetivos planteados.

1.6.2 Alcance de la Investigación.

El trabajo de titulación tendrá un alcance de investigación: exploratorio, descriptivo. El diseño de la investigación es empírico, analítico.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Generalidades del miniordenador Raspberry Pi

La Raspberry Pi es un pequeño ordenador de bajo costo cuyo tamaño es igual al de una tarjeta de crédito, sus dimensiones son de 85.6 x 53.98 x 17 mm lo que lo hace muy práctico y fácil para cargar en la mano.

Todo comenzó en el Reino Unido en el año 2006 cuando los ingenieros Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang y Alan Mycroft se hallaban trabajando en el laboratorio de computación de la Universidad de Cambridge con el objetivo de diseñar un pequeño ordenador para enseñar a programar a los estudiantes de último año de bachillerato y que sea económico para que esté al alcance de todos los estudiantes de la secundaria.

Desarrollaron procesadores móviles hasta el 2008 y las ideas de crear el mini ordenador eran más viables y nació la fundación Raspberry Pi en Caldecote, South Cambridgeshire, Reino Unido como proyecto caritativo, cuya regulación estaba a cargo la Comisión de Caridad de Inglaterra y Gales, comenzaron con el ensamblado y comercialización del ordenador el mismo que han denominado como arquitectura abierta para que los demás fabricantes tomen la misma idea.

Después de un año los resultados han sido totalmente impensados, se despacharon más de 1 millón de tarjetas y supero su principal propósito que era que los adolescentes aprendieran a programar. En la actualidad se puede ver el crecimiento de grupos entusiastas diseñando diferentes tipos de aparatos y dispositivos hasta robots entre otras.

Las Raspberry Pi eran producidas en plantas en China, pero para suscitar empleo en el Reino Unido la producción se trasladó a Gales en la cual Sony tiene una fábrica de tarjetas electrónicas. Raspberry Pi es producido con los más altos estándares de calidad sin perder el principio del bajo costo (Raspberry Pi Org, s.f.).



Figura 2. 1: Raspberry Pi 2 modelo B
Fuente: (Raspberry Pi, s.f.)

2.1.1 Principales elementos que constituyen la Raspberry Pi.

GPIO en Raspberry Pi

El miniordenador Raspberry Pi tiene una fila GPIO (se utiliza de manera general como entrada/salida) y se ubican al borde superior de la tarjeta.



Figura 2. 2: Pines GPIO
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

Los pines de GPIO funcionan con una interfaz entre nuestro miniordenador y el mundo exterior de manera física. Se los puede asemejar como interruptores a los cuales podemos activar y desactivar. Cuenta con 40 pines, de los cuales 26 de estos pines son GPIO y los restantes funcionan como alimentación o tierra.

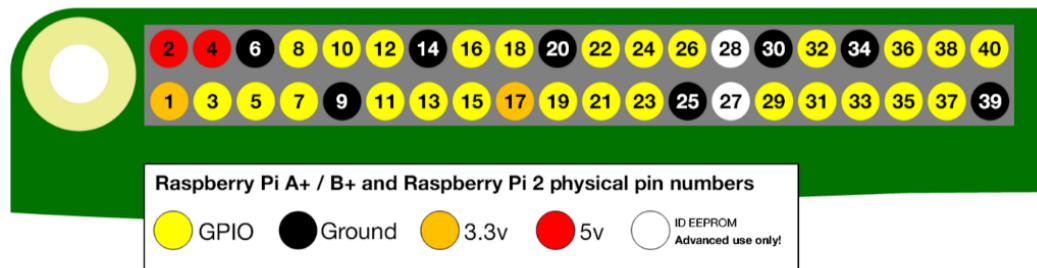


Figura 2. 3: Numeración de Pines GPIO
 Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

Al momento de programar los pines GPIO, encontramos que existen dos formas diferentes de nombrarlos:

- Numeración GPIO
- Numeración Física

La numeración GPIO se refiere a los pines que el equipo puede ver. La secuencia de números no posee algún sentido lógico, así que se necesita una referencia de estos pines de manera impresa.

La Numeración física se basa, en que los pines se pueden contar desde la parte inferior izquierda de la pata 1 y en secuencia (cerca de la tarjeta SD).

- En la mayoría de casos se utiliza la numeración GPIO, la cual es muy usada para una buena práctica. En el pin #1 encontramos el pin 3v3 Power, este proporciona 3.3 voltios de alimentación con una corriente máxima de 50 Ma, lo cual ayuda alimentar un par de LEDs.
- Los pines I2C del miniordenador Raspberry Pi, se usan para conectar diversos dispositivos externos, conectados desde un expensor MCP23017 digital de entrada/salida a una ATmega¹. Estos pines poseen una resistencia fija de 1.8 kohms tipo pull-up y con 3.3. voltios, es decir estos no se deben usar para un uso general de entrada/salida donde no necesitamos ninguna resistencia tipo pull-up.
- Los pines de puesta a tierra de la Raspberry se encuentran eléctricamente conectados, por lo tanto, no interesa el pin de tierra que se utilice si se está suministrando voltaje. Utilizando 8 pines en el GPIO.

¹ ATmega pertenece a la familia de microcontroladores, hechos por Atmel

- Los pines UART² (8 y 10 pines físicos), en la Raspberry trabaja con un nivel lógico de 3.3 Voltios y en Arduino con un nivel de 5 Voltios.

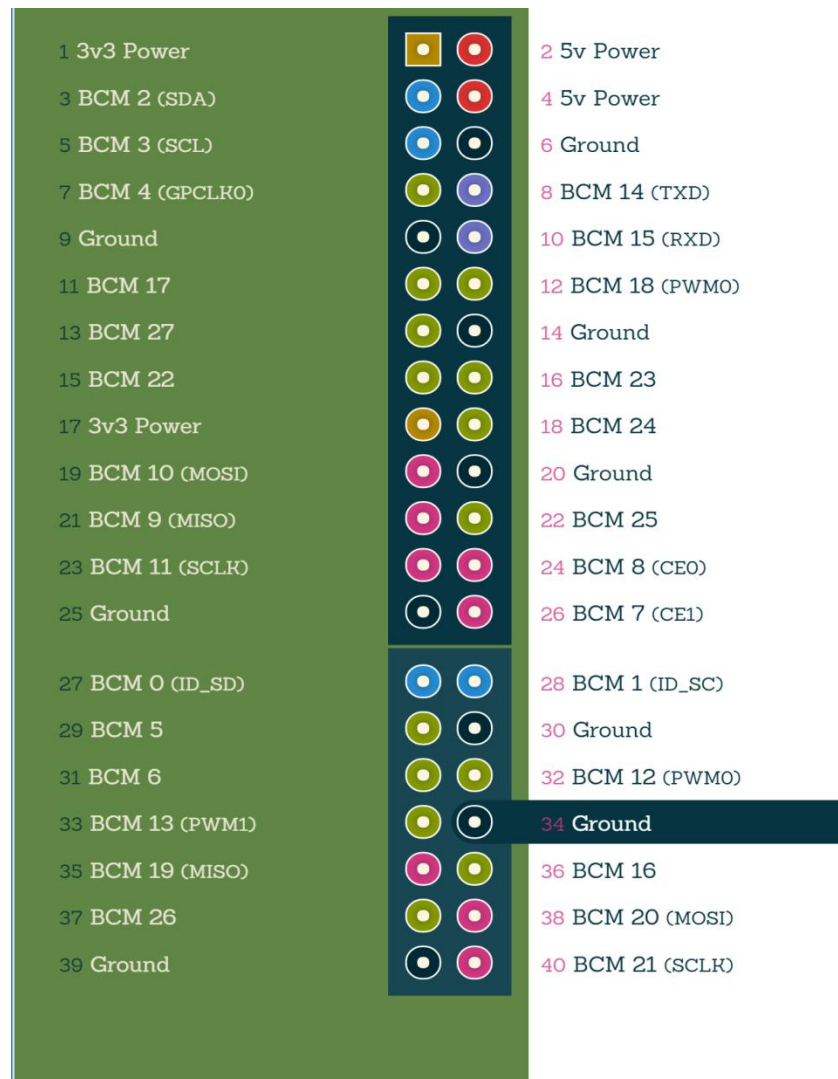


Figura 2. 4: Descripción pines GPIO
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

Procesador BCM2836

La raspberry Pi cuenta con un procesador BCM2836 de Broadcom tipo sistema-en -chip, el cual posee cuatro núcleos de ARM Cortex-A7, además

² UART Universal Asynchronous Receiver/Transmitter es una interfaz que sirve para una comunicación en serie común.

contiene paquetes de VideoCore³ IV. Un procesador multinúcleo, que se encuentra en la línea de los procesadores Cortex-A17 y Cortex-A15 de buen rendimiento, proporcionando una energía eficiente para las aplicaciones (ARM, s.f.).

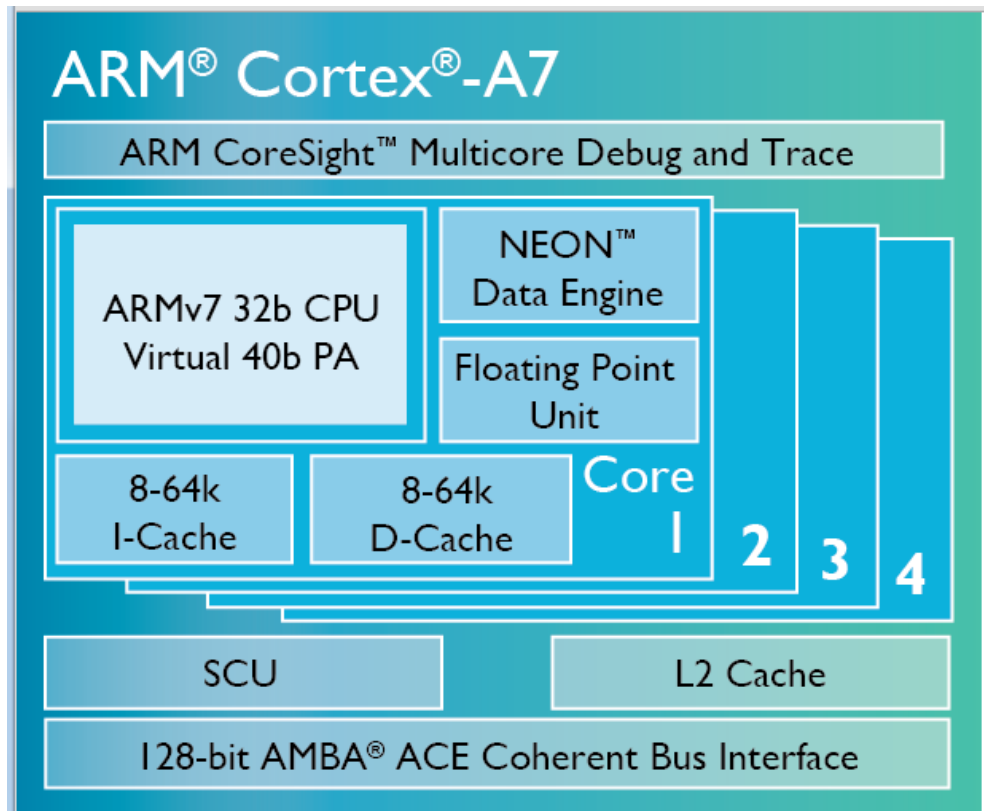


Figura 2. 5: Estructura ARM Cortex-A7
Fuente: (ARM, s.f.)

Conector S2

El conector S2 de la Raspberry Pi es un DSI (Display Serial Interface), que se utiliza para conectar una pantalla tipo LCD, utilizando un cableado de 15 pines tipo plano. Este conector brinda alta resolución, destinada al envío de datos de vídeo desde GPU (Unidad de procesamiento gráfico) a una pantalla que sea compatible.

Para conectar una pantalla LCD se necesita:

³ VideoCore procesador multimedia cuyo consumo es bajo.

- El pin de salida del conector que posee las correspondientes conexiones eléctricas.
- El panel LCD compatible con el conector DSI.
- El controlador de pantalla para GPU.

Tabla 2. 1: Función de los Pines del conector DSI

SOCKET S2 (PIN)	FUNCIÓN
1	Tierra
2	Datos carril 1N
3	Datos carril 1P
4	Tierra
5	Reloj N
6	Reloj P
7	Tierra
8	Datos carril 0N
9	Datos carril 0P
10	Tierra
11	
12	
13	Tierra
14	3.3V
15	3.3V

Fuente: (Vis, s.f.)

El conector de salida es simple y las conexiones consisten en un par de pines que llevan la señal positiva y negativa, con una tensión de 200mV.

Los Pines 8 y 9 juntos forman los datos del carril 0, mientras los pines 2 y 3 forman el carril 1 de los datos y los pines 5 y 6 juntos sirven para el impulso del reloj. Generalmente los datos viajan desde el procesador hacia el panel LCD.

Como posee un sistema de doble línea o carril, la corriente de bytes se divide entre las líneas, distribuyéndose el byte 0 por el carril 0 y el byte 1 haciendo uso del carril 1, alternándose de esta forma.

Conector cámara CSI

Conector de cámara CSI (Interfaz Serial de Cámara), nos permite transferir los datos de forma rápida al procesador, esto lo hace por medio de un cable tipo plano con 15 pines, denominado como cable flexible, conectándolo al socket ZIF (Zero Insertion Force) de 15 pines.

Puerto HDMI

HDMI (Interfaz Multimedia de alta Definición), establece conectividad en los dispositivos e interfaces audiovisuales, diseñado para transmitir audio y video digital en alta definición, permitiendo conexiones entre diversos dispositivos como: televisores, consolas de juegos, computadoras portables, etc.



Figura 2. 6: Puerto HDMI en Raspberry Pi
Fuente: (Servidor principal de Frambuesa Pi, 2014)

El HDMI cuenta con el HDCP (Protección del contenido digital de gran ancho de banda) este sistema protege derechos de autoría de contenidos digitales.

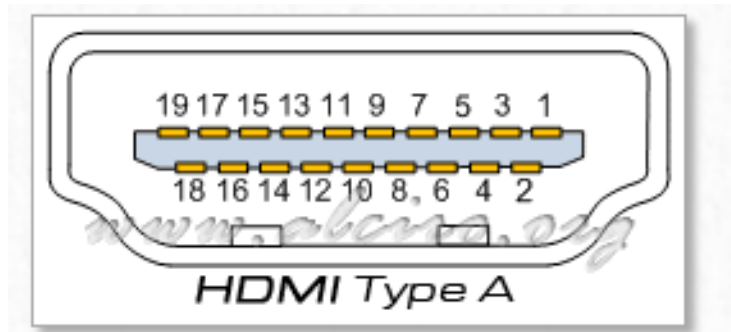


Figura 2. 7: Puerto HDMI Tipo A hembra
 Fuente: (Alcero.Org, s.f.)

Existen dos modelos básicos de conectores HDMI, el estándar HDMI modelo A, que cuenta con 19 pines y de enlace de datos sencillo; el conector HDMI modelo B con capacidad doble para enlace de datos y 29 pines. Actualmente salió al mercado un conector tipo C o mini conector (10.42 mm x 2.42 mm), con características similares al modelo A pero mucho más pequeño y la última versión el conector HDMI Tipo D en micro conector (2.8mm x 6.4mm).

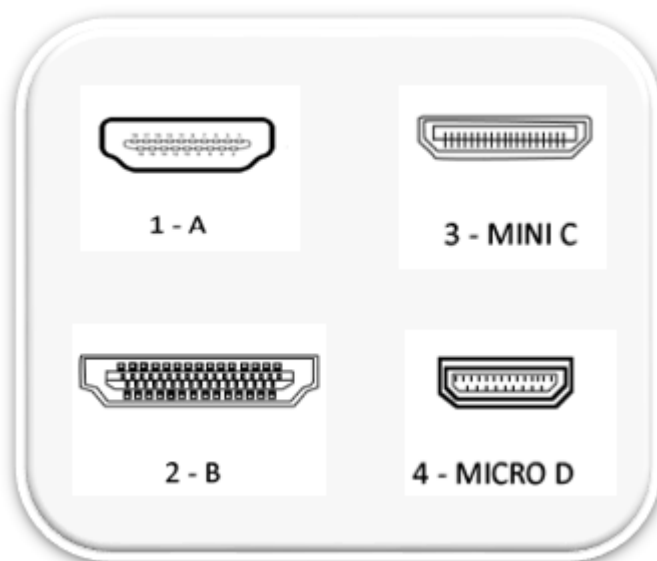


Figura 2. 8: Tipos de puertos HDMI
 Fuente: (CableMatic, s.f.)

Tabla 2. 2: Versiones de conectores HDMI

HDMI 1.0	HDMI 1.1	HDMI 1.2	HDMI 1.3	HDMI 1.4
Especificación inicial	Se añade el soporte para DVD Audio	Se añade el soporte para audio SACD	Aumenta el ancho de banda para 10.2Gbps (340MHz)	Incrementa la máxima resolución de video a 3840x2160p a 24Hz/25Hz/30Hz y 4096x2160p a 24Hz (4k + 2K)
		Se permite a las aplicaciones de PC usar el espacio de color RGB	Ofrece soporte para color de 16-bits, aumenta la frecuencia de refresco (por ejemplo, 120 Hz), apoyo a las resoluciones 1440p/WQXGA	Incorpora un canal Ethernet HDMI de 100 Mb/s para la transferencia de datos
		Soporte de bajo voltaje (fuentes ACcoupled) en el color	Soporte del estándar xvYCC del PC	Introduce un canal de retorno de audio (Audio Return Channel)
			Añade características para corregir automáticamente la sincronización de audio y vídeo (lip sync)	Incorpora el soporte de Video 3D sobre HDMI
			Añade el conector mini	Nuevo micro conector HDMI
			Agrega soporte para las normas Dolby TrueHD y DTS-HD Master Audio	

Fuente: (Alciro.Org, s.f.)

Conector 3.5mm

Conector 4-polos de 3.5mm Jack utilizado para transmitir señales de audio y video y que encontramos en teléfonos inteligentes, reproductores mp3, etc. Los cables utilizados aquí deben seguir ciertas normas al momento de su utilización, a continuación se muestra la configuración de varios de ellos.


Device	Sleeve	Ring 2	Ring 1	Tip	OK?
					
	4	3	2	1	
Model B+	Video	Ground	Right	Left	✓
Apple	Video	Ground	Right	Left	✓
Zune	Video	Ground	Right	Left	✓
Camcorders	Right	Ground	Video	Left	⚠
MP3 Players	Ground	Video	Right	Left	✗

Figura 2. 9: Socket de Audio/Video 3.5mm
Fuente: (Hawkins, 2015)

Socket 10/100 BaseT Ethernet

Es un socket que permite la conexión del cable RJ45 10/100 Base T, utilizando 4 hilos, utilizando conexiones rectas o cruzadas. Su primera versión fue 802.3 1 base 5, el cual se utiliza para el cableado en edificios o telefónico.



Figura 2. 10: Socket 10/100 Base T
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

Micro USB (Fuente de alimentación)

Este puerto micro USB que funciona a 5 voltios, es la fuente de alimentación de la Raspberry Pi, operando con una corriente entre 700-1000mA, dependiendo de cuantos dispositivos estén conectados. La Raspberry Pi soporta una potencia máxima de 1 amperio.



Figura 2. 11: Conector Micro USB
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

Puertos USB

USB (Bus de Serie Universal), este tipo de puerto permite conectar 127 dispositivos, es un estándar que encontramos en todo ordenador. Un puerto USB permite al usuario el acceso a la información para compartir la misma, la cual se encuentra almacenada en diversos dispositivos como flash memories, reproductores mp3, etc. Estos puertos también permiten suministrar energía eléctrica al dispositivo que se conectada.



Figura 2. 12: Conectores USB
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

2.1.2 Diferencia con un Pc

Este ordenador es un complemento básico, tiene el poder de los computadores de hace 10 años, poseen procesadores de 700 Mhz de un solo núcleo de los modelos más básicos y todo el almacenamiento es por tarjetas SD. Este tiene una 25 % de capacidad de un ordenador en comparación a los smartphones de hoy, pero la gran diferencia es el precio, en el presente se encuentra PC o smartphones que están alrededor de \$300 o hasta más, mientras que la raspberry se la puede encontrar en el mercado americano por \$ 35 lo que lo convierte más atractivo al momento de aprender a programar o utilizarlo para experimentar con otros proyectos.

En la Actualidad existen cuatro modelos de Raspberry Pi:

Tabla 2. 3: Modelos Raspberry Pi

Modelos de Raspberry Pi
Raspberry Pi Zero
Raspberry Pi Model A+
Raspberry Pi Model B+
Raspberry Pi Model B

Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina

La Raspberry Pi Zero posee el doble de utilidad que la versión A+ con solo la mitad de su tamaño.

- Posee un núcleo de CPU, 1Ghz
- Memoria RAM de 512MB
- Mini HDMI y USB OTG
- Alimentación tipo Micro USB
- Cabecera con 40 pines
- Cabeceras de reinicio y video compuesto

La Raspberry Pi A+ es una versión de bajo costo que sustituye al modelo A original, posee las siguientes características:

- La cabecera GPIO crece hasta 40 pines y se mantienen los primeros 26 pines como salida igual que el modelo A y B
- El socket de la tarjeta Micro SD en este modelo es tipo empujar y sacar.
- Se reduce el consumo de energía entre 0.5W y 1W debido a la sustitución de reguladores lineales con los de conmutación.
- El circuito correspondiente a audio incluye una fuente de poder de bajo ruido.
- Se alinea el conector del USB al borde de la placa, el conector de video compuesto se reemplaza por uno de 3,5mm, además se añade cuatro orificios que se utilizan como montaje ubicados en ángulo

recto. El modelo A+⁴ es cerca de 2cm más corto que su antecesor modelo A.

El modelo B+ sustituye a su antecesor Raspberry Pi modelo B en julio 2014. Y posee las siguientes características:

- La cabecera GPIO posee 40 pines, sigue conservando los primeros 26 pines como de salida como sus antecesores modelos A y B.
- Cuenta con cuatro puertos USB 2.0.
- Poco consumo de energía.
- Se reduce el consumo de energía entre 0.5W y 1W debido a la sustitución de reguladores lineales con los de conmutación.
- El circuito correspondiente a audio incluye una fuente de poder de bajo ruido.
- Se alinea el conector del USB al borde de la placa, el conector de video compuesto se reemplaza por uno de 3,5mm, además se añade cuatro orificios que se utilizan como montaje ubicados en ángulo recto.

Este modelo B+ es el más conveniente para el uso en instituciones educativas, debido a que ofrece mayor flexibilidad y son bastante útiles para proyectos integrados que trabajen con baja potencia, además posee mayor cantidad de puertos USB.

Nosotros trabajamos con el modelo Raspberry Pi 2 Modelo B que es la segunda generación de Raspberry Pi. Es el reemplazo del original Raspberry Pi 1 Modelo B + que se llevó a cabo en febrero de 2015.

Entre las especificaciones del Raspberry Pi 2 tenemos las siguientes:

⁴ Se recomienda el modelo A+ para proyectos que requieren muy poca potencia y que no utilicen Ethernet o varios de los puertos USB.

Tabla 2. 4: Especificaciones Raspberry Pi 2

CHIP:	Broadcom BCM2836 Soc
Arquitectura:	Quad-core ARM Cortex-A7
CPU:	900 MHz
GPU:	Dual Core VideoCore IV Multimedia Co-Processor Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H. 264 high-profile decode Capable of 1Gpixel/s. 1.5Gtexels/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA Infrastructure.
Memoria:	1GB LPDDR2
Sistema Operativo:	Boots from Micro SD card, Running a version of the Linux operating Infrastructure.
Dimensiones:	85x56x17 mm
Fuentes:	Micro USB socket 5V, 2A

Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

Al igual que el modelo antecesor, también tiene:

Tabla 2. 5: Componentes físicos de tarjeta Raspberry Pi 2

COMPONENTES
<ul style="list-style-type: none"> • 4 USB ports • 40 GPIO pins (PI, s.f.) • Full HDMI port • Ethernet port • Combined 3.5mm audio jack and composite video • Camera interface (CSI) • Display interface (DSI) • Micro SD card slot • VideoCore IV 3D graphics core

Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina

Contando con el procesador ARMv7, trabaja sin complicaciones en las versiones de ARM GNU/Linux, encerrando a Snappy Ubuntu Core, y también Microsoft Windows 10.

2.2 Sistema Operativo

Es la reunión de programas que controlan recursos de un ordenador.

Entre sus funciones tenemos:

- Establecer un camino ágil entre hardware y software.
- Brindar al usuario una interfaz apropiada para ejecutar diversas aplicaciones.

Módulos

Tenemos el núcleo del SO (KERNEL), en donde encontramos:

- Arranque del computador (Cargador Inicial)
- Planificador (Administrador CPU)
- Administrador de memoria (memorial virtual)
- Gestor de Archivos (FAT, NTFS, etc)
- Comunicación entre procesos
- Protección de datos y control acceso
- Drivers
- Herramientas de administración
- Interfaz de usuario (GUI)

Clasificación

Por usuario

- Monousuario
- Multiusuario

Por tarea

- Monotarea
- Multitarea

Linux es un sistema operativo mutable, el cual es un clon del SO UNIX que funciona en microprocesadores Intel x836, entre otras interfaces, con la ventaja que es compatible con una variedad de programas como Windows. El ordenador Raspberry Pi creado para operar con el sistema operativo

GNU/Linux. Diversas versiones de este sistema operativo han sido utilizadas por el Raspberry Pi, como lo son Debian, Arch Linux, entre otros.

El sistema operativo Debian es un software gratuito para el uso en cualquier ordenador, el cual proporciona 43000 paquetes con programas ya pre-instalados y disponibles de tal forma que realizar su instalación resulta fácil. Este sistema en la actualidad usa el núcleo de Linux o de FreeBSD. Linux es un software que fue fundado por Linus Torvalds y manipulado por miles de desarrolladores a lo largo del planeta. El sistema operativo FreeBSD incluye núcleo y programa.

La fundación “Raspberry Pi” en su página web oficial, proporciona un sistema operativo denominado “Raspbian”, apoyada en “Debian” una buena derivación de Linux.

Raspbian⁵ es un sistema operativo gratuito que trae consigo alrededor de 35000 paquetes de programas, una gran ventaja por su fácil instalación al momento de correr el SO en nuestra Raspberry Pi.

En su primera versión Raspbian con 35000 paquetes, este software optimiza el rendimiento en el Raspberry Pi, aunque sigue en desarrollo, focalizándose en mejorar estabilidad y rendimiento. Este software posee ya pre-instalado con programas dirigidos a la educación, la programación y uso habitual.

2.2.1. Versiones Raspbian

Raspbian posee derivaciones como:

- Raspbian Jessie
- Raspbian Jessie Lite
- Raspbian Wheezy

Raspbian está basado en las diversas versiones de Debian, estas a su vez tienen nombres de personajes de los films animados de “Toy Story”. Las

⁵ El sistema operativo Raspbian no está afiliado a la fundación Raspberry Pi, Raspbian fue creado por un grupo de desarrolladores admiradores del ordenador Raspberri Pi.

últimas versiones de Raspbian se basan en Debian Wheezy (Pingüino de “Toy Story 2”), en la actualidad Raspbian se actualizó a la versión de Debian, llamada Jessie. Esta actualización añade muchos cambios y brinda al usuario mejoras de escritorio.

Al arrancar desde cero en Jessie encontramos que por defecto su forma de arranque es desde la interfaz gráfica de escritorio y no por comandos del SO Linux. Esta decisión se toma a partir, que los últimos equipos, la plataforma de trabajo para un ordenador es gráfica.

Al ver aparecer el escritorio, se observa cambios en la apariencia, como menús, botones de verificación y radio. Este cambio aparece en Raspbian porque ahora se basa en la tercera versión de GTK+, un conjunto de herramientas para la plataforma de usuario, utilizada en el escritorio con entorno LXDE. La segunda versión GTK+ está cambiándose por esta tercera versión en muchos de sus utilitarios.

En la barra de menú se observa que existe un icono que se encuentra ubicado en la parte superior derecha, que se utiliza para la expulsión de dispositivos de forma segura y sin la pérdida de datos. Es arriesgado simplemente extraer unidades USB, en especial si acaba de escribir un archivo a la unidad, porque el sistema se encarga de gestionar la escritura en el fondo de una unidad y esta escritura posee un tiempo determinado. Si se saca la unidad antes de finalizar la escritura, se puede dañar el documento y no poder recuperar los datos; haciendo clic en la imagen de expulsión y seleccionando la unidad, se eliminan archivos en espera de cualquier escritura pendiente por completar y después es seguro retirar dispositivo.

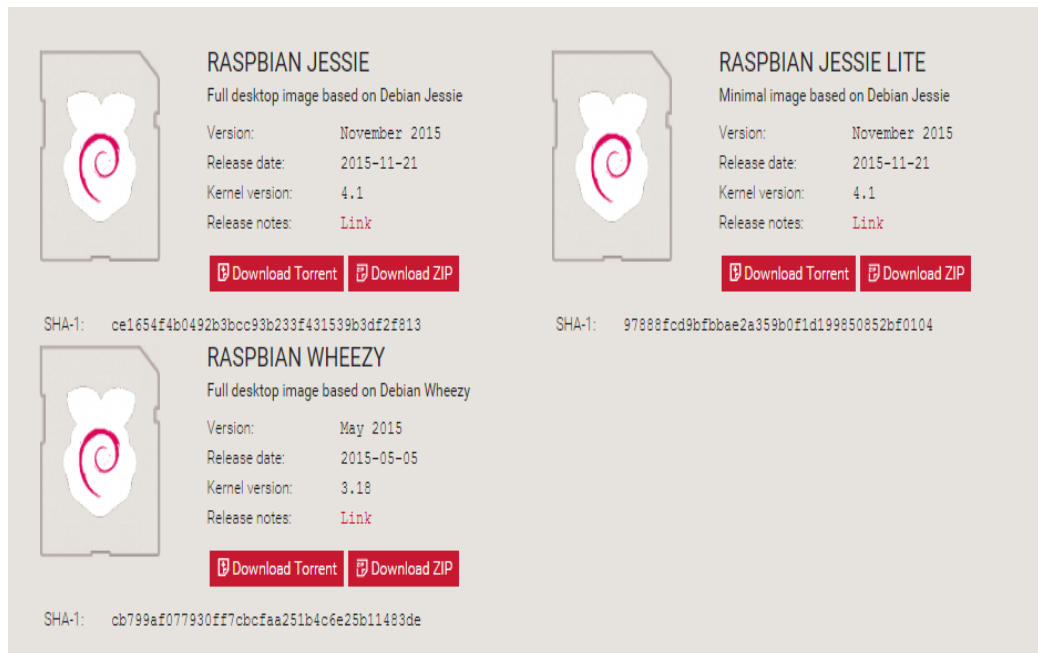


Figura 2. 13: Versiones Raspbian
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

2.2.2. Aplicaciones

Raspberry Pi, no pretende solo ser un ordenador de bajo costo para el área de educación, sino en todos los aspectos. Incluyendo aplicaciones como: LibreOffice⁶ y Claws Mail.

LibreOffice es una plataforma para oficina, con funciones que son compatible con documentos de Microsoft Office, trae consigo un procesador de documentos, hojas de cálculo, presentaciones gráficas, bases de datos, todo para brindar un uso familiar al momento de usar esta aplicación.

⁶ LibreOffice es un programa gratuito y de código abierto.

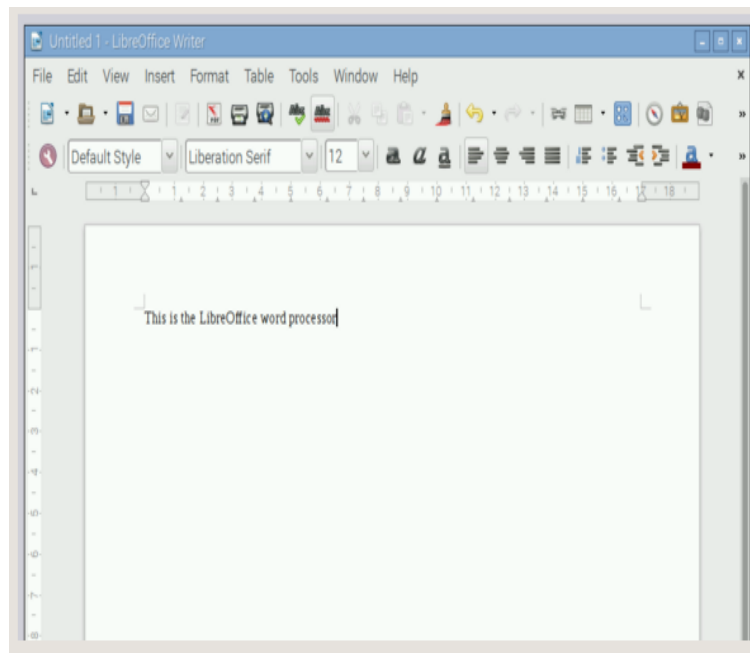


Figura 2. 14: Procesador de texto LibreOffice y Hoja de cálculo
Fuente: (Raspberry Pi, s.f.)

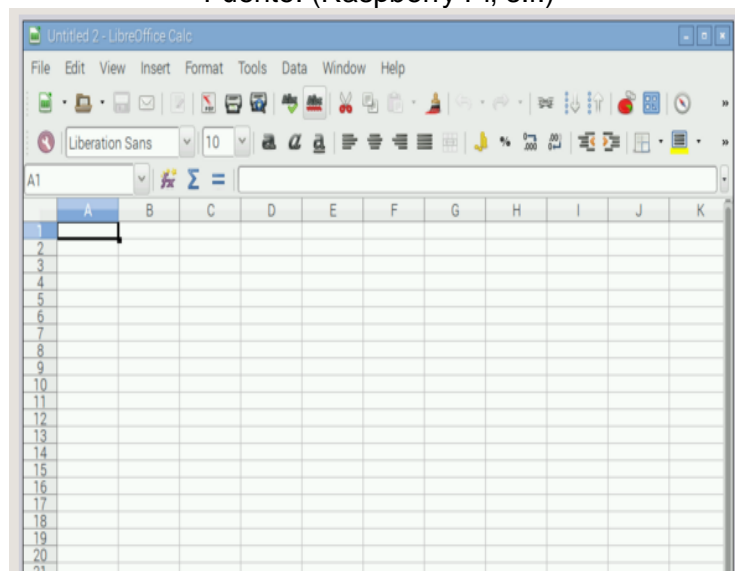


Figura 2. 15: Hoja de cálculo LibreOffice
Fuente: (Raspberry Pi, s.f.)

Claws Mail es una aplicación que nos permite acceder a nuestro correo electrónico, debido a que lleva todos los protocolos comunes de correo electrónico, ofertando las funciones de una plataforma de correo como Windows Mail o Thunderbird.

También existen dos aplicaciones en programación para escribir en Java, denominado BlueJ y Greenfoot.

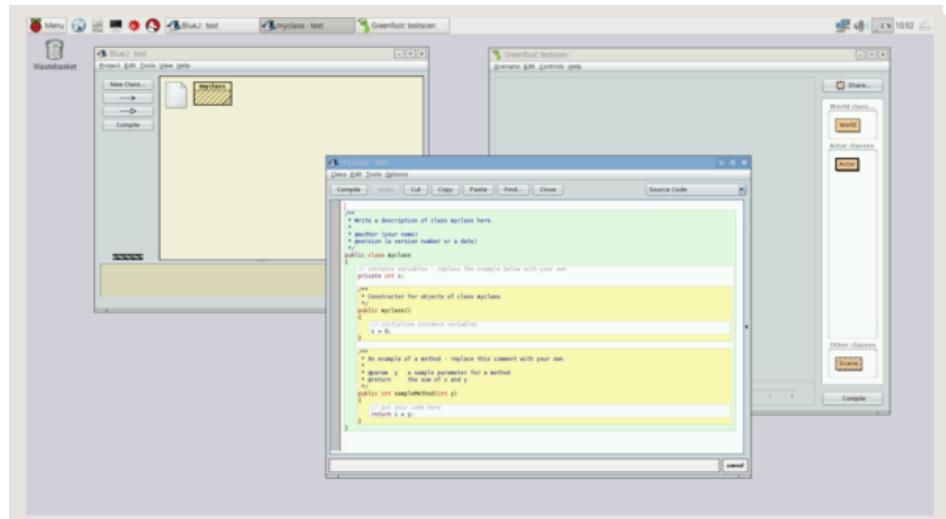


Figura 2. 16: Herramientas de Java
Fuente: (Raspberry Pi, s.f.)

2.3 Dispositivos

2.3.1 Módulo de cámara Raspberry Pi

La Raspberry Pi cuenta con un módulo de cámara toma video de alta definición, además de fotografías. Ofrece un sin número de opciones utilizando las bibliotecas Bundle para realizar efectos.

Las cámaras funcionan normalmente con los modelos Raspberry pi 1 y 2, el mismo que se accede por las API MMAL (Multi-Media Abstraction) Y V4L (Video 4 Linux) los cuales se detallan a continuación:

API MMAL nos ayuda en el uso del sistema en comparación a otras librerías multimedia.

V4L es una interfaz de programación de aplicaciones que nos permite capturar videos, el cual solo puede ser usado en Linux, el mismo que soporta periféricos como cámaras USB.

Existen dos tipos de módulos de cámaras diseñados para la Raspberry Pi los cuales son el Modulo de cámara Normal y el módulo de Cámara Pi Noir.

2.3.1.1 Camara Pi Noir

La Pi Noir es una cámara de alta resolución para el uso de la Raspberry Pi, esta posee un sensor de 5 megapíxeles, iluminación infrarroja la cual la hace perfecta al momento de capturar imágenes en condiciones de poca luz. Este tipo de cámara trabaja con cualquier modelo de Raspberry Pi, tanto su primer modelo como su sucesor.

El sensor de la cámara al momento de capturar imágenes y obtener una resolución 2592 x 1944, además es capaz de grabar videos en resoluciones altas que pueden llegar hasta 1080p a 30 cuadros por segundo.

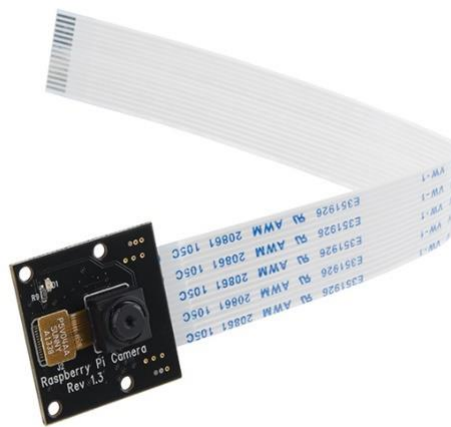


Figura 2. 17: Pi Noir
Fuente: (ElectroniLab, s.f.)

Esta cámara se puede usar en diversas aplicaciones como las siguientes:

- Fotografías: Capturar imágenes en alta resolución en lugares de poca iluminación.
- Seguridad: Vigilancia con una buena calidad de imagen e incluso en la noche gracias a su sistema de iluminación por infrarrojos.

Entre sus características tenemos:

- Videocámara infrarroja de alta definición Pi NoIR.
- Sensor Omnivision 5647, enfoque fijo sin filtro de infrarrojos.

- Sensor de 5 megapíxeles.
- Resolución de imágenes fijas: 2592 x 1944.
- Resolución de vídeo máxima: 1080p.
- Frecuencia de imagen máxima: 30 fps a 1080p.
- Tamaño de la cámara: 20 x 25 x 10 mm.
- Conexión por cable plano al conector S5 de interfaz serie para cámara (CSI) MIPI de 15 contactos macho de la placa Raspberry Pi.

2.3.1.2 Modulo de Cámara Pi

El módulo de cámara utilizado en el proyecto tiene una resolución de 5 megapíxeles que está diseñado justamente para Raspberry Pi, que usa un lente de foco fijo. Puede capturar imágenes estáticas de 2592 x 1944 y es compatible con los formatos de video: 720p60, 1080p30 y 640x480p60/90. La cámara va colocada en la Raspberry a través de un pequeño conector ubicado en la parte superior de la tarjeta y la interfaz dedicada que utiliza es la CSI diseñada específicamente para conexión de cámaras.



Figura 2. 18: Modulo de Cámara
Fuente: (ElectroniLab, s.f.)

Las cámaras son compatibles para las últimas versiones de los sistemas operativos utilizados en las Raspberry.

La placa que utiliza la cámara tiene unas dimensiones de 25mm x 20 mm x 9 mm , tiene un peso de 3G el cual se le puede dar otras aplicaciones como para uso móvil done el peso y el tamaño importan mucho.

Tabla 2. 6: Características principales módulo de cámara Pi

Características principales
1,4 µm X 1,4 µm píxeles con tecnología OmniBSI de alto rendimiento (alta sensibilidad, baja diafonía, ruido bajo)
Tamaño óptico de 1/4 "
Funciones de control de imagen automáticas: <ul style="list-style-type: none"> o Control automático de exposición (AEC) o Balance de blancos automático (AWB) o Filtro de banda automático (ABF) o Calibración del nivel de negro automático (ABLNC)
Controles programables para la velocidad de fotogramas, AEC / AGC 16 zonas / posición / control de peso, espejo y lado, recorte, ventanas, y el panorama
Puerto de video digital (DVP) Interfaz de salida en paralelo
32 bytes de memoria programable una sola vez incorporada (OTP)

Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina

2.3.1.3 Conexión de la cámara a la Raspberry

La Raspberry debe estar apagada, el conector está cerca del RJ-45 y se debe tener mucho cuidado al momento de moverlo.

En las Raspberry se usan los siguientes pasos para la conexión de la cámara:

- Levantar cuidadosamente el conector de ambos lados.
- Colocar la cinta de la cámara mostrando color azul de la misma hacia el conector Ethernet.
- Bajar el conector de ambos lados al mismo tiempo.

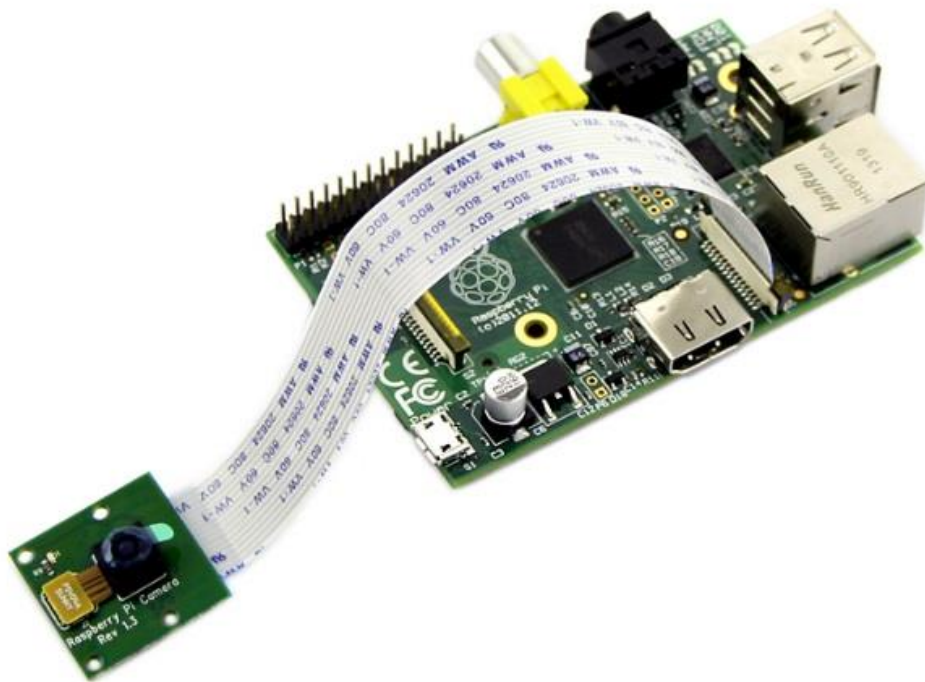


Figura 2. 19: Modulo de Cámara conectado a la Raspberry Pi
Fuente: (ElectroniLab, s.f.)

2.3.2 Adaptador USB para Redes Inalámbricas.

Es aquel dispositivo portable cuyo objetivo principal es enviar y recibir datos sin utilizar cables para conectarse a las redes de área local, en algunos modelos de estos tipos de adaptadores la antena no es externa, sino que el receptor se encuentra en el interior del cuerpo del mismo.

También existen tarjetas de red inalámbricas las cuales van instaladas en el interior de los dispositivos a usarse pero tiene la desventaja que al momento de hacer el cambio de un equipo a otro se torna complicado la desinstalación de la misma.

2.3.2.1 Características del Adaptador USB para Redes Inalámbricas

Se pueden usar en diferentes equipos, son portátiles.

La velocidad de transmisión de datos es en bits por segundo, dependiendo del estándar de redes inalámbricas a usarse.

Posee un conector USB para insertarlo en el puerto USB del dispositivo a usarse.

La antena la tiene integrada en el interior de la misma.

La potencia mWatts puede llegar hasta los 1000mWatts, la cual se obtiene una buena ganancia de señal y mejora la recepción ya que supera obstáculos como paredes entre otros, lo que también ayuda en el envío y recepción de datos a grandes distancias.

2.3.2.2 Estándares Básicos para redes de datos inalámbricas.

Estos protocolos se utilizan para un mejor funcionamiento entre las redes inalámbricas, como es el caso del Estándar IEEE 802.11 que es la más usada actualmente en estos tipos de redes, la misma se detallara a continuación:

- IEEE 802.11: Este estándar fue lanzado en 1997 como un tipo de acceso a estos tipos de redes, parecido a lo que se utilizan en Ethernet. Las mejores del IEEE 802.11 se basan en los mismos medios métodos de acceso.

La mayoría de productos comerciales usaron el estándar original IEEE 802.11 aunque con el tiempo estos serían reemplazados por productos que usarían las versiones más recientes del estándar, la primera mejora fue ratificada en 1999.

- Es un estándar que trabaja en las capas inferiores del modelo de referencia (Capa OSI). La capa física se delimita por las

modulaciones presentes y sus especificaciones para realizar la señalización de los datos que se están transmitiendo. A diferencia de la capa de enlace la cual se utilizaba como un medio entre el bus del dispositivo y nuestra capa física. (CCM, 2016)

Tabla 2. 7: Capas utilizadas en el estándar 802.11

Capa de enlace de datos (MAC)	802.2		
	802.11		
Capa física (PHY)	DSSS	FHSS	Infrarrojo

Fuente: (CCM, 2016)

En la siguiente tabla se mostrara los estándares básicos acorde a su uso:

Tabla 2. 8: Estándares de redes inalámbricas más usados en la actualidad

Estándar	Estándar	Velocidad (Megabits por segundo)	Características
Wireless AC	IEEE 802.11ac	433 Mbps / 1.3 Gbps	Trabaja sobre la banda de los 5 GHz (MIMO) de 3 canales, múltiples antenas, también llamada Wi-Fi 5/5G
Wireless N	IEEE 802.11n	300 Mbps	Utiliza tecnología MIMO ("Multiple Input - Multiple Output"), que por medio de múltiples antenas trabaja en 2 canales (frecuencia 2.4 GHz y 5 GHz simultáneamente).
Wireless G	IEEE 802.11g	11 / 22 / 54 Mbps	Trabaja en la banda de frecuencia de 2.4 GHz solamente.

Fuente: (Moderna, 2015)

2.3.2.3 Partes del Adaptador USB para Red Inalámbrica

El adaptador cuenta internamente con una variedad de circuitos para el envío y recepción de datos como la antena receptora, además en el exterior contiene las siguientes partes:

1. Antena Interna: ayuda en la recepción de las ondas de radio por medio de la red inalámbrica.
2. Cubierta: Su funcionamiento es proteger los circuitos internos y dar estética al mismo.
3. Conector USB: A través de ella transmitimos la información al dispositivo conectado, recibiendo los datos a enviar a través de la red inalámbrica
4. Tapa: Su función es proteger el puerto USB de golpes cuando no se está utilizando. (en ciertos modelos no incluye tapa).

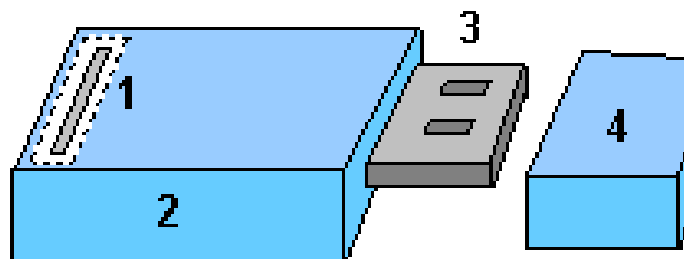


Figura 2. 20: Partes de un Adaptador USB para red Inalámbrica
Fuente: (Moderna, 2015)

2.3.2.4 TP-LINK

Se ha convertido en uno de los mayores proveedores a nivel mundial en productos de red SMB y SOHO, nombrado No. 1 en productos WLAN, ofreciendo su servicio y productos a clientes situados en diferentes partes del mundo.

TP-LINK ha recibido reconocimientos por su alto nivel de calidad y compromiso, obtenidos globalmente. TP-LINK crea una gran variedad de

productos galardonados que entre ellos están routers, cámaras, adaptadores, switches orientados para el uso de redes en oficinas y en hogares, estos dispositivos pueden ser por cable e inalámbricos.

El crecimiento de TP-LINK sigue sin parar gracias a los avances tecnológicos entre unos de sus objetivo es convertirse entre los 3 proveedores más importante del mundo.

TP-LINK avanzara más en el mundo de las redes e innovación para ofrecer muchas oportunidades en esta área.

En nuestro caso el adaptador de red inalámbrica que se utilizó para el proyecto de titulación es el TP-LINK TL-WN725N.

2.3.2.4.1 TL-WN725N

Este adaptador permite al usuario conectarse a una red inalámbrica a una velocidad de 150Mbps, a través de varios dispositivos que sean compatible con el mismo y que cuenten con un puerto USB. Una de sus ventajas es su tamaño ya que nos permite llevarlo fácilmente a cualquier lado incluso si el mismo se encuentra conectado al dispositivo que se está utilizando el adaptador ya que no representara incomodidad alguna.



Figura 2. 21: Adaptador TL-WN725N USB para red Inalámbrica
Fuente: (TP-LINK, 2016)

Los algoritmos de encriptación compatibles con el adaptador para una mayor seguridad al momento de conectarse a una red inalámbrica son WPA/WPA2, WPA-PSK/WPA2-PSK los mismos que se detallan a continuación:

- WPA/WPA2: son sistemas de protección hacia las redes inalámbricas que fueron creadas para corregir defectos o errores detectados en WPA (WI-FI Protected Access)
- WPA-PSK/WPA2-PSK: Son protocolos de encriptación más eficientes que WEP (Wired Equivalent Privacy) WPA-PSK nos permite colocar contraseñas como método de protección la misma que es conocida por los clientes al momento de conectarse a una red inalámbrica; WPA2-PSK es el estándar de seguridad más reciente que contiene mejoras lo cual lo hace mucho más resistente a los ataques a la red, este también permite el intercambio de contraseñas dentro de las redes domésticas.

A continuación se detalla las características del Hardware y las características inalámbricas del adaptador TL-WN725N:

Tabla 2. 9: Características de Hardware

Interfaz	USB 2.0
Dimensiones (W X D X H)	0.73x0.59x0.28pulgadas.(18.6x15x7.1mm)
Antena	Antena Interna
LED	Estado
Peso	0.07 oz / 2.1 gramos

Fuente: (TP-LINK, 2016)

Tabla 2. 10: Características Inalámbricas

Estándares Inalámbricos	IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Frecuencia	2.400-2.4835GHz
Rango de la Señal	11b: Hasta 11Mbps(dinámica) 11g: Hasta 54Mbps(dinámica) 11n: Hasta 150Mbps(dinámica)
Sensibilidad de Recepción	30M: -68dBm@10% PER 108M: -68dBm@10% PER 54M: -68dBm@10% PER 11M: -85dBm@8% PER 6M: -88dBm@10% PER 1M: -90dBm@8% PER
Potencia de Transmisión	<20dBm
Modos Inalámbricos	modo Ad-Hoc / Infraestructura
Seguridad Inalámbrica	64/128 WEP, WPA/WPA2, WPA-PSK/WPA2-PSK (TKIP/AES), supports IEEE 802.1X

Fuente: (TP-LINK, 2016)

Los tipos de enlaces que puede utilizar el TL-WN725N al momento de establecer una conexión de red inalámbrica pueden ser:

- Enlace Punto a Punto
- Enlace Punto a Multipunto

Enlace Punto a Punto: Estos tipos de enlaces se utilizan en redes específicas en la cual los canales que se usan sirven para establecer una conexión entre dos nodos de forma directa, el protocolo que se utiliza es el IEEE.802.11b/g/a, con una velocidad de conexión de 11Mbps - 54Mbps- 108Mbps. Por lo general la potencia de transmisión puede ser entre 250mw - 400mw.

Enlace Punto a Multipunto: Nos permite establecer enlaces en áreas de gran cobertura para conectar puntos ubicados en lugares remotos hacia un centro específico para ofrecer un servicio de datos, video y voz.

Por lo general estos tipos de enlaces se la suelen usar en industrias, ciudades completas entre otras.

CAPÍTULO 3: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.1. Aspectos a considerar en el diseño del proyecto

El proyecto a implementar busca realizar un streaming, el cual representa la transmisión continua de un flujo de información y a la vez su descarga en tiempo real. Para el cual necesitamos:

- Las Raspberries Pi 2 model B
- Las cámaras Pi
- Tarjetas de almacenamiento de información, en este caso tarjetas Micro SD
- El adaptador wifi, para la respectiva conexión a la red
- Los diversos dispositivos para las configuraciones como: teclado, mouse, monitor
- El sistema operativo con el cual, las Raspberries pi trabajaran (nuestra plataforma de trabajo), en este caso Raspbian Wheezy.
- Conexiones físicas entre las estaciones de trabajos (Raspberry Pi) y la plataforma de visualización (monitores)



Figura 3. 1: Raspberry Pi Model B
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

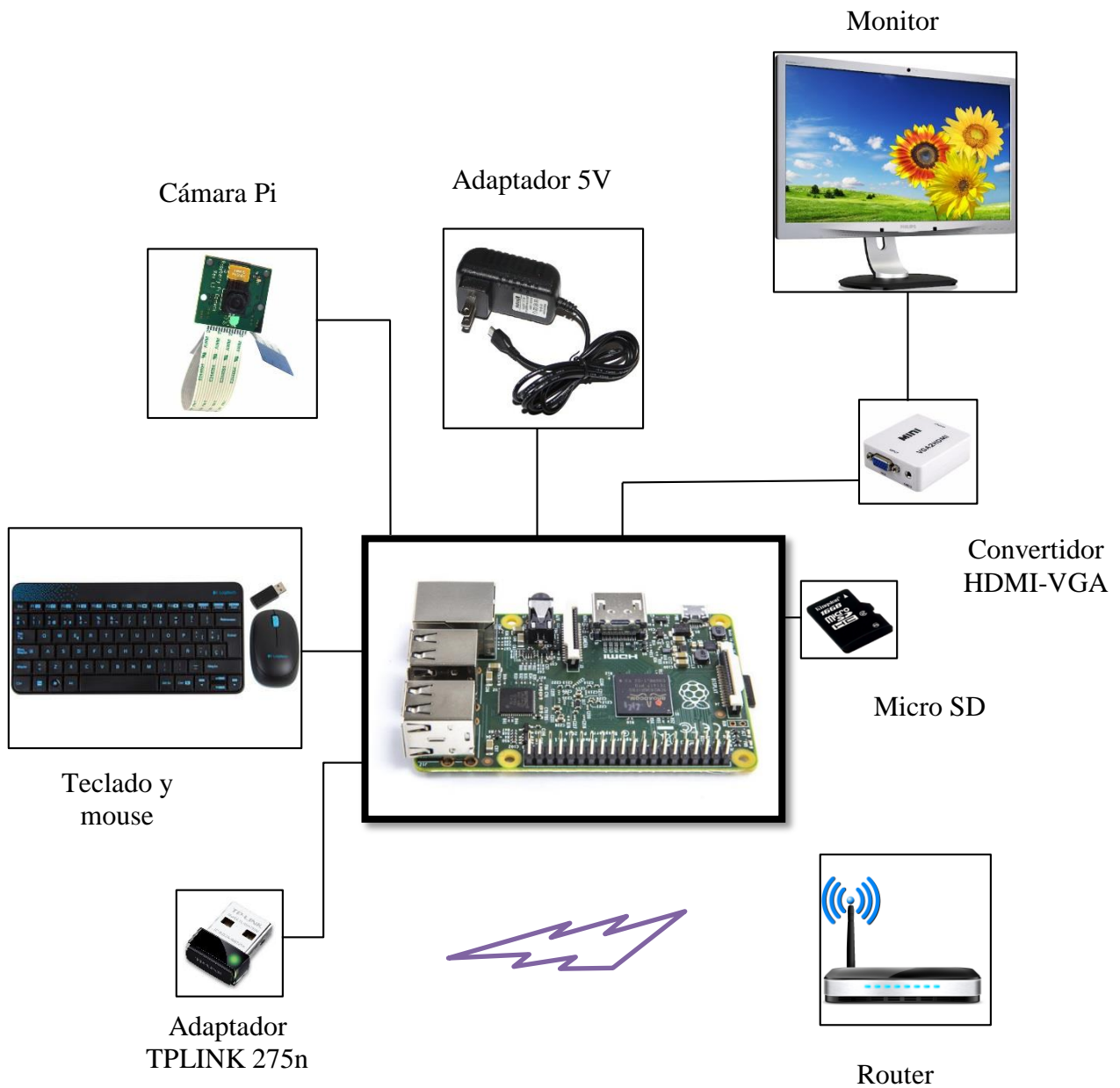


Figura 3. 2: Diagrama de dispositivos necesarios para configurar al miniordenador Raspberry Pi 2.
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

3.2. Configuraciones realizadas en el Mini Ordenador Raspberry-Pi

3.2.1 Instalación del Sistema Operativo Whezzy en la Raspberry-Pi

El sistema operativo irá grabado en la tarjeta micro SD de la Raspberry Pi (se recomienda que la tarjeta micro SD tenga una capacidad mínima de 16 gb).

Previo a la instalación debemos descargar el programa “win32diskimager” para guardar el sistema operativo en la tarjeta micro SD, ya que este programa nos permite que un archivo imagen, (en este caso el sistema operativo descargado), se formatee de forma que sea booteable.

Para obtener el sistema operativo con el que vamos a trabajar, debemos realizar los siguientes pasos:

1- Ir al navegador de su computadora (el de su preferencia).



Figura 3. 3: Escritorio de PC
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

2- Una vez abierto el navegador, colocamos la dirección de la página oficial de Raspberry Pi que es: “www.raspberrypi.org”.

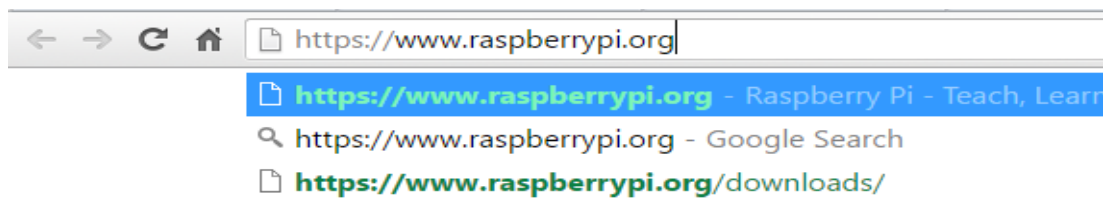


Figura 3. 4: Página Web oficial fundación Raspberry Pi
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

Desde aquella página podremos descargar los sistemas operativos de la Raspberry.

3- Estando dentro de la página oficial de la Raspberry hacemos click en la pestaña Descarga (Download en inglés), ubicada en la parte superior de la página web.

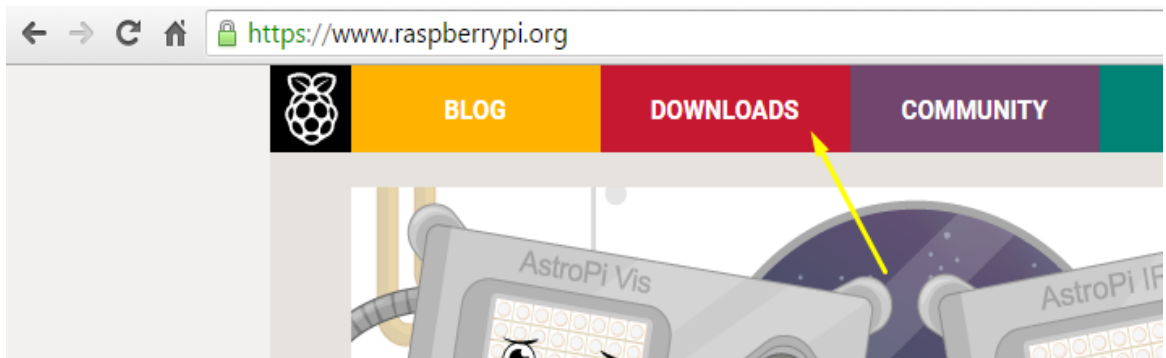


Figura 3. 5: Página Web oficial fundación Raspberry Pi
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

4- Dentro de la pestaña de descarga encontramos los sistemas operativos oficiales para la Raspberry que son: Noobs, Raspbian.

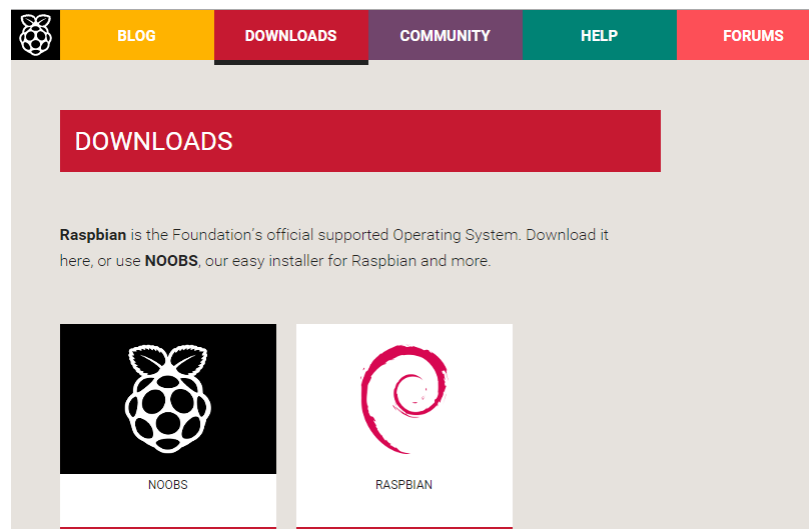


Figura 3. 6: Página Web oficial fundación Raspberry Pi, sección de descargas
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

Además de los dos sistemas operativos oficiales para la Raspberry podemos encontrar otros SO pero de diferentes fabricantes que son compatibles con la Raspberry como: Ubuntu Mate, Snappy Ubuntu Core, Windows 10 IOT Core, OSMC, Openelec, Pinet, Risc OS⁷.

⁷ Todos los sistemas operativos son totalmente gratuitos.

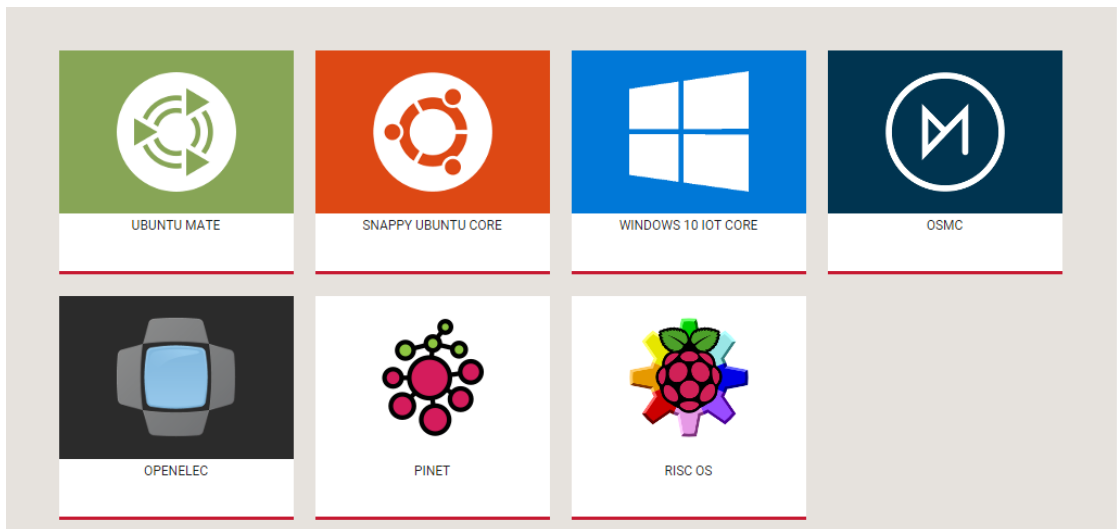


Figura 3. 7: Página Web oficial fundación Raspberry Pi, sección de descargas de otros Sistemas Operativos
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

5- En nuestro caso usamos el sistema operativo Raspbian, hacemos click sobre el icono.

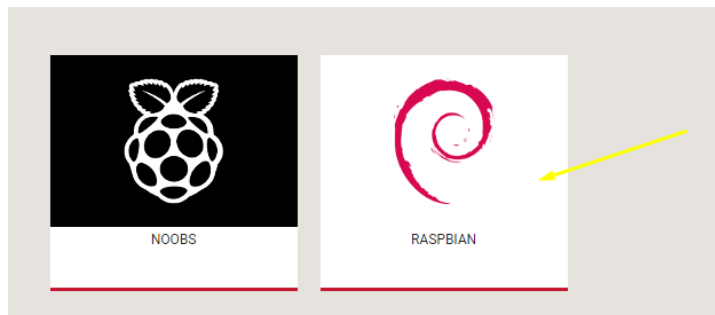


Figura 3. 8: Página Web oficial fundación Raspberry Pi, SO Raspbian
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

6- Estando una vez en la página que se nos redireccionó podemos observar que el sistema operativo se divide en tres: Raspbian Jessie, Raspbian Jessie Lite y Raspbian Wheezy.

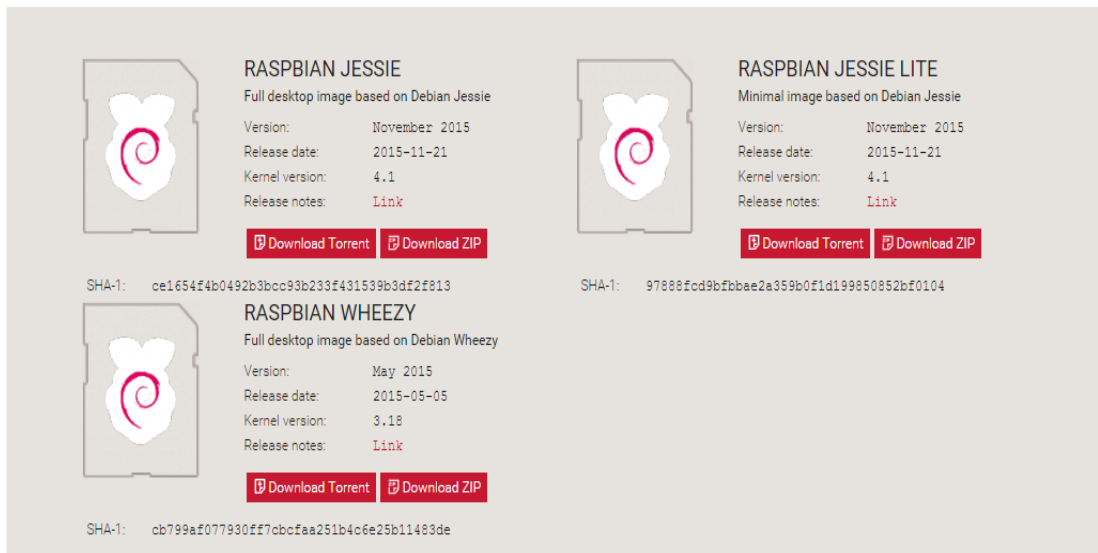


Figura 3. 9: Página Web oficial fundación Raspberry Pi, SO Raspbian (versiones)
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)

7- En este caso se usó el sistema operativo Raspbian Wheezy, el cual se lo puede descargar por medio de dos vías que son por uTorrent⁸ o bajándose un archivo ZIP. En esta ocasión descargamos el archivo por medio de uTorrent dándole click sobre el icono.

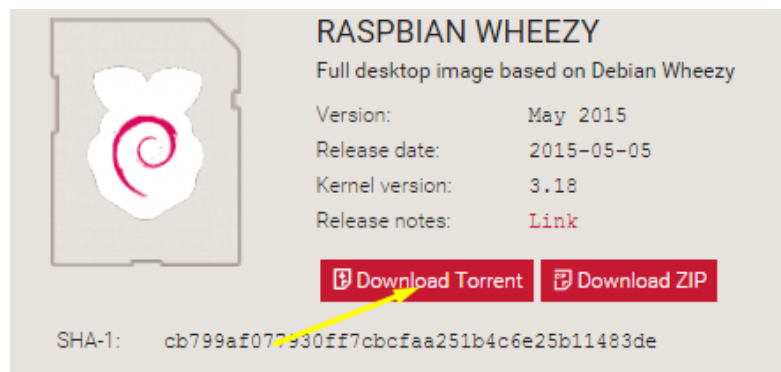


Figura 3. 10: Sistema operativo Wheezy
Fuente: (Raspberry Pi Org, s.f.)
El mismo que se descargara inmediatamente.

⁸ Aplicación gratuita para descargas

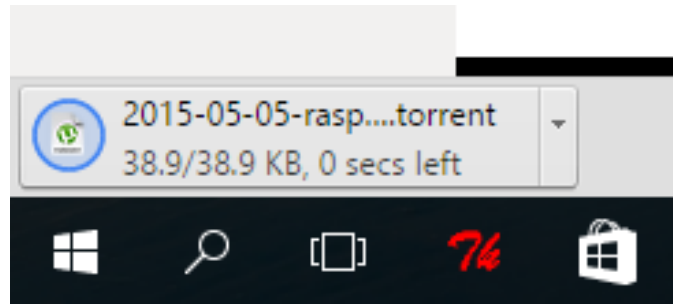
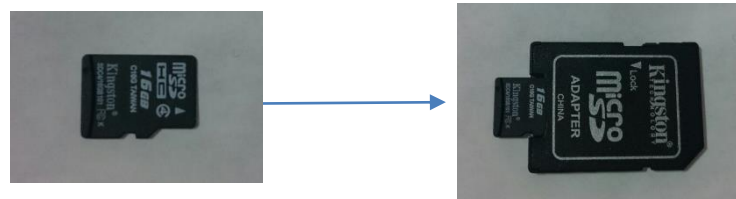


Figura 3. 11: Descarga por medio de uTorrent del Sistema Operativo
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

8- Una vez descargado el sistema operativo, debemos insertar la micro SD al computador. En algunas ocasiones el ordenador no dispone de puertos para tarjetas SD por lo tanto se debe utilizar un adaptador para que este sea detectado.



Tarjeta Micro SD

Adaptador para Micro SD



Ingresando la Micro SD al computador

Figura 3. 12: Proceso de insertar la Micro SD en la PC
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

9- En el momento que la tarjeta Micro SD sea detectada por el computador nos dirigimos a la carpeta donde se guardó el archivo descargado del sistema operativo.

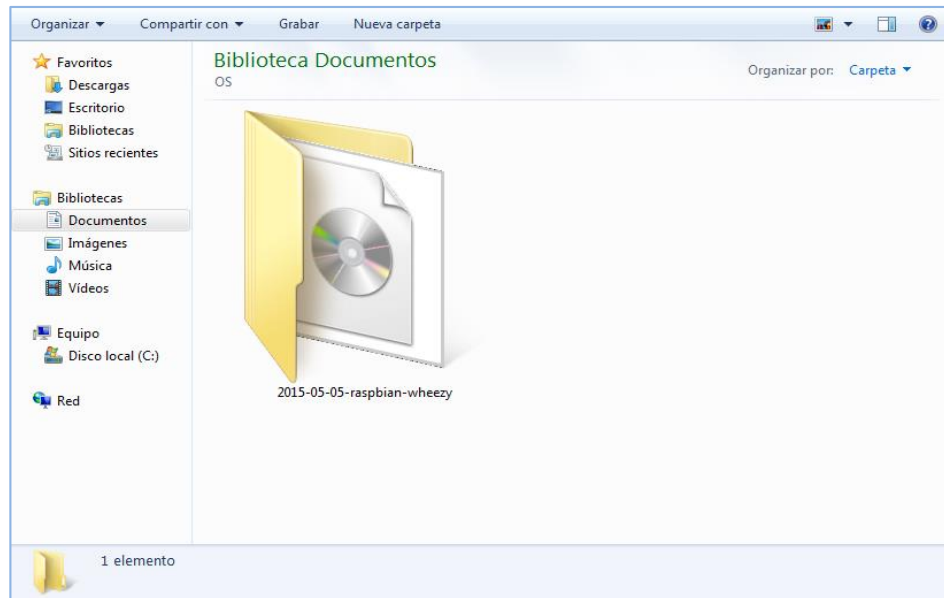


Figura 3. 13: Carpeta de origen en la PC del Sistema Operativo
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

10- Hacemos doble click sobre la carpeta, dentro de ella encontraremos el archivo del sistema operativo en formato imagen.

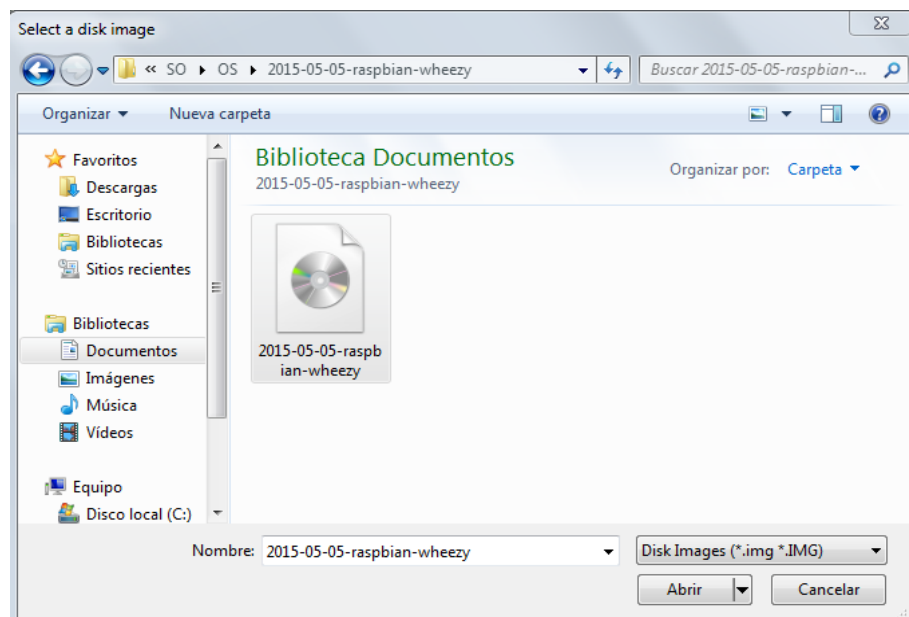


Figura 3. 14: Escritorio de PC
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

11- Para poder guardar el archivo del sistema operativo a la Micro SD , como primer paso se debe abrir el programa “Win32diskimager”



Figura 3. 15: Icono del programa Win32DiskImager
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

12- Al abrir el programa, en el recuadro de dispositivos (devices, en inglés) ubicado en la parte derecha del mismo, seleccionamos la unidad en donde se encuentra ubicado la Micro SD. En este caso la unidad E:

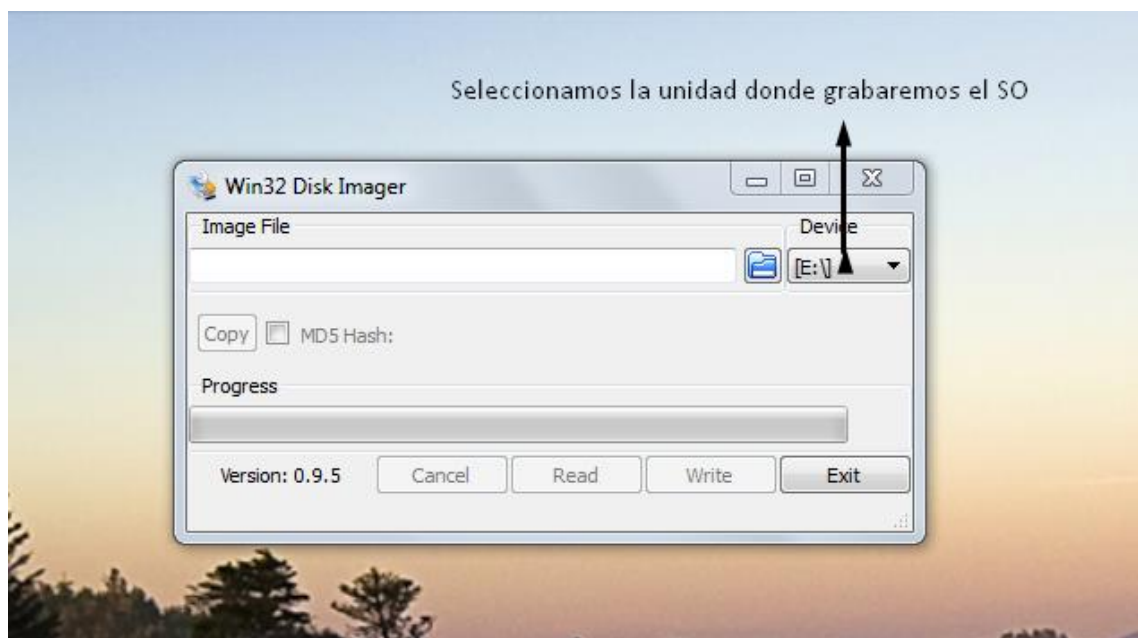


Figura 3. 16: El programa Win32 Disk Imager (ejecutándose)
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

13- Al seleccionar la unidad correcta, automáticamente aparecerá en el recuadro de archivo de imagen (Image File, en inglés) el nombre completo del archivo. Una vez que ocurra esto seleccionamos el botón “Write”.

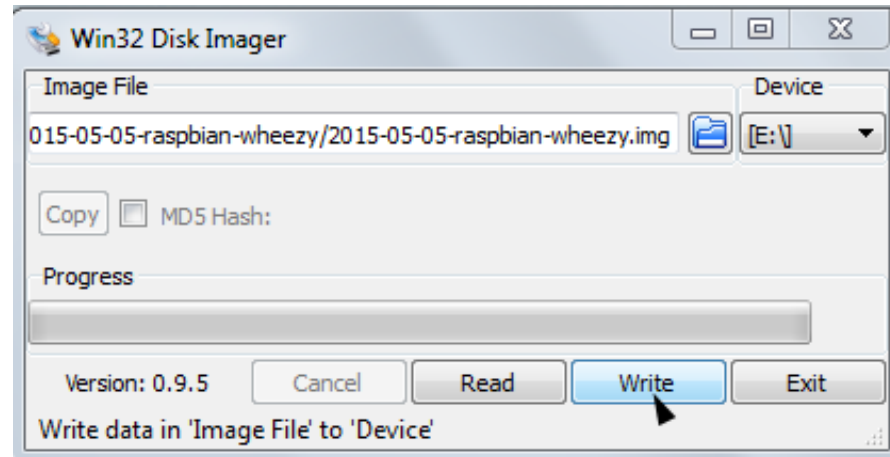


Figura 3. 17: Seleccionando el archivo que se va a escribir en la Micro SD
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

14- Cumplido el paso anterior, una vez cargado todo el archivo en la Micro SD, se extrae el mismo y se la inserta en la Raspberry Pi para que esta funcione correctamente.



Figura 3. 18: Insertando la Micro SD en la Raspberry Pi
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

Realizando estos pasos el Sistema Operativo en la Raspberry Pi arrancará adecuadamente sin problemas



```
[ ok ] Network Interface Plugging Daemon...skip eth0...done.
[ ok ] Starting enhanced syslogd: rsyslogd.
[ ok ] Starting periodic command scheduler: cron.
[ ok ] Starting system message bus: dbus.
Starting dphys-swapfile swapfile setup ...
want /var/swap=100MByte, checking existing: keeping it
done.
[ ok ] Starting NTP server: ntpd.
[ ok ] Starting OpenBSD Secure Shell server: sshd.
My IP address is 10.0.2.15

Debian GNU/Linux wheezy/sid raspberrypi tty1

raspberrypi login: pi
Password:
Last login: Sun Nov  4 00:32:55 CET 2012 on tty1
Linux raspberrypi 3.1.9+ #2 Mon Apr 16 04:53:15 EST 2012 armv6l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
pi@raspberrypi ~ $
```

Figura 3. 19: Pantalla de arranque del Sistema Operativo de la Raspberry Pi
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

3.2.2. Configuraciones para la instalación del módulo de cámara Raspberry Pi

Una vez instalado el software con el sistema operativo del miniordenador Raspberry Pi procedemos a realizar las respectivas configuraciones para la instalación del módulo de cámara, lo realizamos de la siguiente manera:

Previo a instalar las configuraciones de la cámara se debe ya haber conectado el módulo de cámara a nuestro conector CSI (Camera Serial Interface), que se encuentra ubicado en nuestra Raspberry entre el puerto HDMI y el conector de Ethernet.

- Se debe abrir el conector insertar la banda de 15 pines del módulo de cámara y sujetar cerrando el conector.
- Se debe realizar las respectivas configuraciones para conectarse a la red de internet, ya que se necesita actualización de librerías, para ello procedemos a realizar lo siguiente:

1- Encendemos la raspberry pi teniendo ya conectado el adaptador de wifi.



Figura 3. 20: Raspberry Pi conectada a sus dispositivos
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

2- En la pantalla que se muestre escribir el usuario para iniciar sesión, el cual en **login** escribimos pi y en **password** escribiremos raspberrypi.

```
[ ok ] Cleaning up temporary files...
[ ok ] Setting up ALSA...done (none loaded).
[info] Setting console screen nodes.
[info] Skipping font and keymap setup (handled by console-setup).
[ ok ] Skipping up console font and keymap...done.
[ ok ] Setting kernel variables ...done.
INIT: Entering runlevel: 2
[info] Using makefile-style concurrent boot in runlevel 2.
[ ok ] Network Interface Plugging Daemon...skip eth0...done.
[ ok ] Starting enhanced syslogd: rsyslogd.
[ ok ] Starting periodic command scheduler: cron.
[ ok ] Starting system message bus: dbus.
Starting dphys-swapfile swapfile setup ...
want /var/swap=100MByte, checking existing: keeping it
done.
[ ok ] Starting NTP server: ntpd.
[ ok ] Starting OpenBSD Secure Shell server: sshd.
Starting FTP server: vsftpd.
My IP address is 10.0.2.15

Debian GNU/Linux wheezy/sid raspberrypi tty1

raspberrypi login: pi
Password:
```

Figura 3. 21: Pantalla de arranque de la Raspberry Pi
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

3- Para arrancar con el modo grafico del miniordenador escribimos el comando **startx**, inmediatamente podremos observar el interfaz gráfico del sistema operativo.

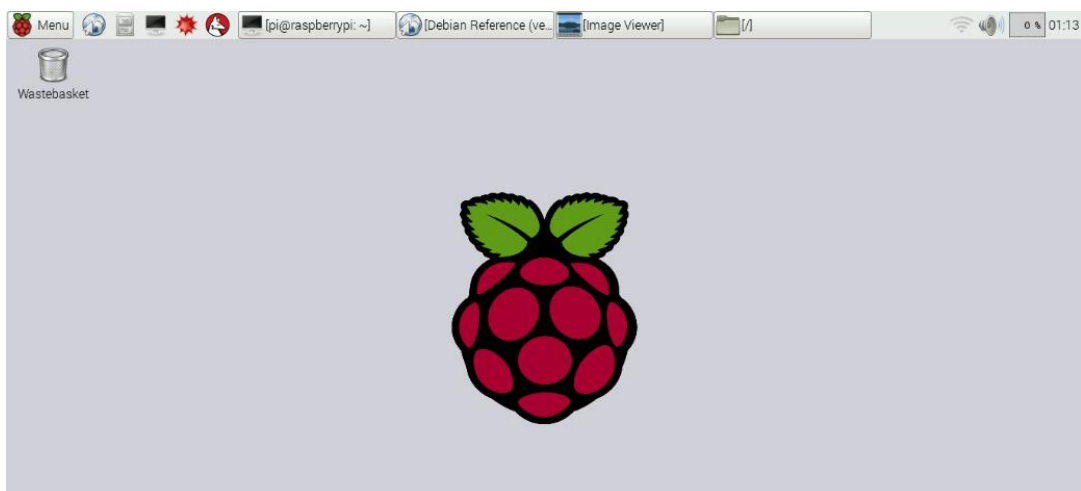


Figura 3. 22: Entorno gráfico de Raspberry Pi
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

4- Una vez que nos encontremos en la interfaz gráfica del sistema operativo, en la parte superior de la ventana, donde se localiza la barra de herramienta, se encuentra el icono que nos conectara a una red inalámbrica de datos.

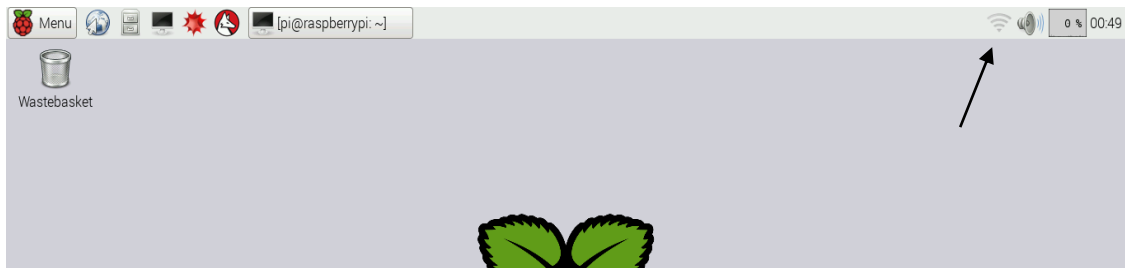


Figura 3. 23: Entorno gráfico de Raspberry Pi, icono de acceso a Internet
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

5- Al hacer click sobre el icono se abrirá una pequeña ventana con todas las redes inalámbricas cercanas a la Raspberry Pi. Nos conectamos a la red con mejor señal o la de preferencia.

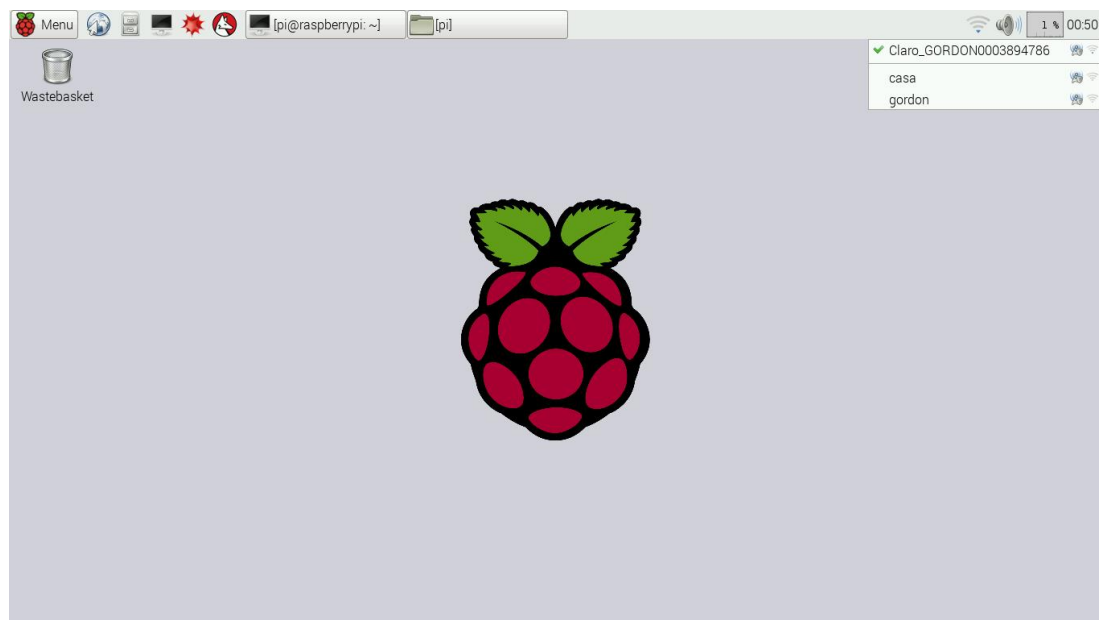


Figura 3. 24: Redes disponibles para acceder a Internet
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

6- En el caso que la red escogida no este protegida nos podremos conectar directamente a ella, caso contrario nos pedirá una contraseña.

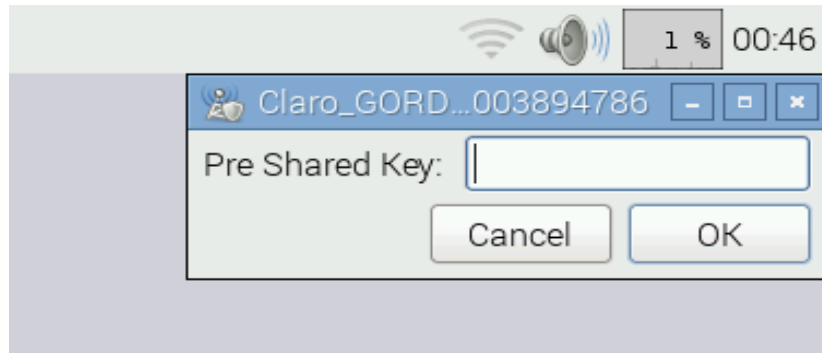


Figura 3. 25: Recuadro donde colocamos la clave de acceso a la red que nos conectaremos

Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

7- Ya conectados a la red inalámbrica, podremos observar que el icono refleja unas líneas azules, esto nos indica la intensidad de la señal de la red seleccionada.

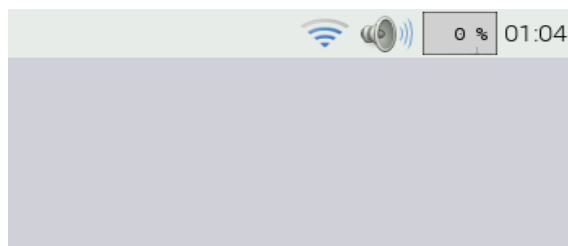


Figura 3. 26: Entorno gráfico de Raspberry Pi
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

8- Teniendo acceso a la red inalámbrica, en la parte superior de la pantalla de inicio, encontraremos el icono que nos permitirá ingresar al terminal para la actualización del SO.

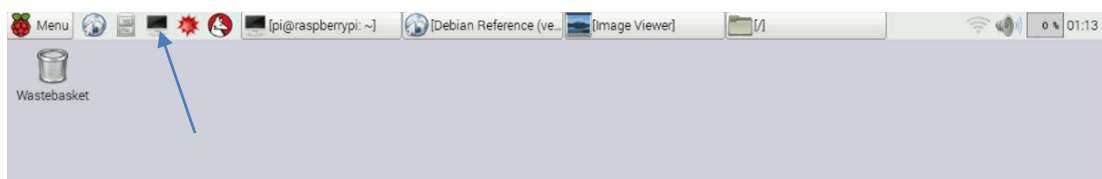


Figura 3. 27: Icono del terminal del Sistema Operativo
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

9- Hacemos click sobre el icono y se nos abrirá la ventana del terminal.

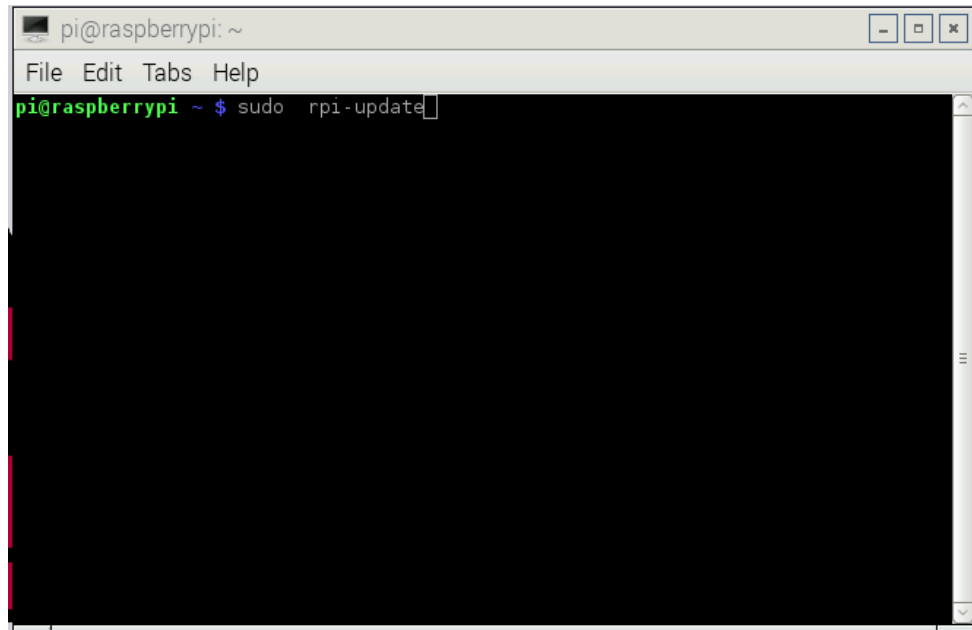


Figura 3. 28: Pantalla del terminal
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

10- Actualizamos el software del SO en el terminal del sistema operativo, con sus librerías, escribiendo los comandos:

Sudo apt-get update
Sudo apt-get upgrade

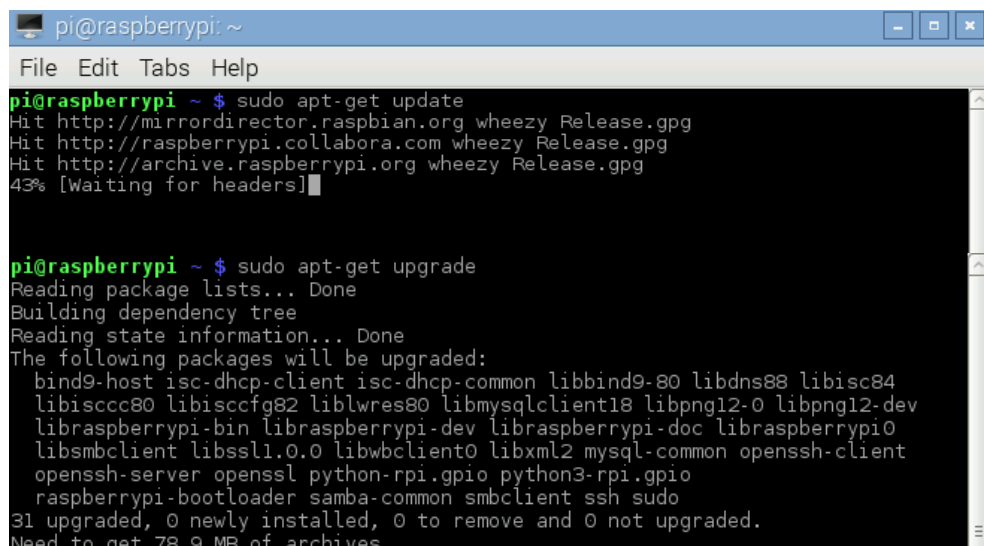
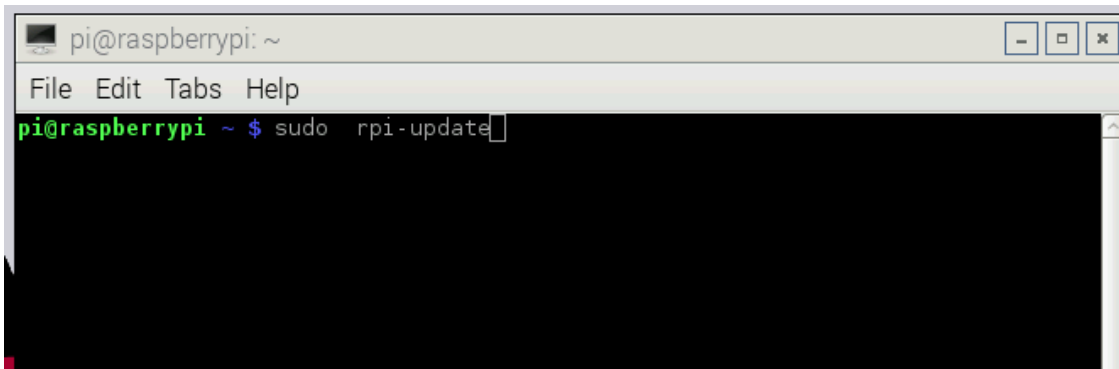


Figura 3. 29: Terminal de Raspberry con configuraciones iniciales
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

11-Se procede a descargar las actualizaciones de la cámara raspberry escribiendo en el terminal lo siguiente: por medio de un comando un código fuente de la configuraciones de la cámara Pi, escribimos:

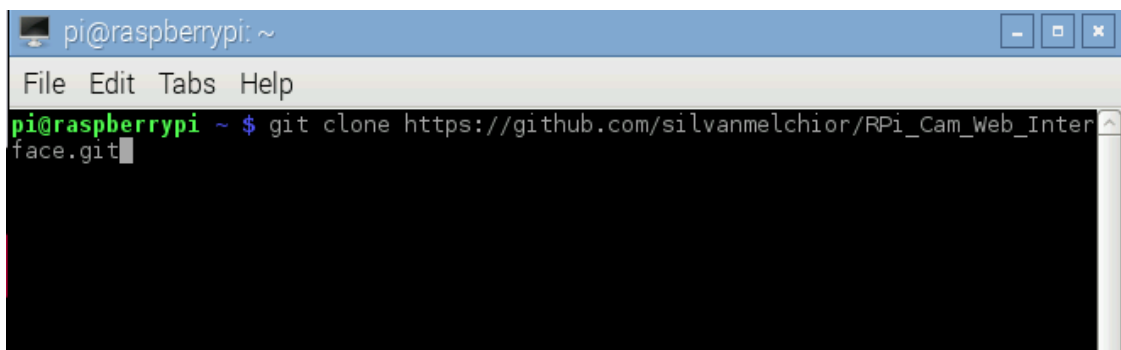
Sudo rpi-update



```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi ~ $ sudo rpi-update
```

Figura 3. 30: Configuración Cámara Pi
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

12-Por medio de un comando un código fuente, que se encuentra en algunos de los foros de Raspberry Pi como repositorios de la configuraciones de la cámara Pi, el cual copiamos y pegamos en el terminal:



```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi ~ $ git clone https://github.com/silvanmelchior/RPi_Cam_Web_Interface.git
```

Figura 3. 31: Insertando la Micro SD en la Raspberry Pi
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

13-Escribimos los comandos respectivos para la instalación de la cámara en nuestra Raspberry Pi.

```

pi@raspberrypi: ~/RPi_Cam_Web_Interface
File Edit Tabs Help

pi@raspberrypi ~ $ ls
2016-02-04-011400_1366x768_scrot.png  2016-02-05-012542_1360x768_scrot.png
2016-02-04-015221_1366x768_scrot.png  2016-02-05-014414_1360x768_scrot.png
2016-02-04-020501_1366x768_scrot.png  2016-02-05-014433_1360x768_scrot.png
2016-02-04-021847_1366x768_scrot.png  2016-02-05-015218_1360x768_scrot.png
2016-02-04-022051_1366x768_scrot.png  Desktop
2016-02-04-022525_1366x768_scrot.png  python_games
2016-02-05-012503_1360x768_scrot.png  RPi_Cam_Web_Interface

pi@raspberrypi ~ $ cd RPi_Cam_Web_Interface
pi@raspberrypi ~/RPi_Cam_Web_Interface $ ls
bin                install.sh          start.sh  www-src
config.txt         README.md          stop.sh
etc                remove.sh          update.sh
installreadme.txt RPi_Cam_Web_Interface_Installer.sh  www
pi@raspberrypi ~/RPi_Cam_Web_Interface $

```

Figura 3. 32: Configuraciones Raspberry Pi módulo de cámara
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

```

pi@raspberrypi: ~/RPi_Cam_Web_Interface
File Edit Tabs Help

pi@raspberrypi ~ $ ls
2016-02-04-011400_1366x768_scrot.png  2016-02-05-012542_1360x768_scrot.png
2016-02-04-015221_1366x768_scrot.png  2016-02-05-014414_1360x768_scrot.png
2016-02-04-020501_1366x768_scrot.png  2016-02-05-014433_1360x768_scrot.png
2016-02-04-021847_1366x768_scrot.png  2016-02-05-015218_1360x768_scrot.png
2016-02-04-022051_1366x768_scrot.png  Desktop
2016-02-04-022525_1366x768_scrot.png  python_games
2016-02-05-012503_1360x768_scrot.png  RPi_Cam_Web_Interface

pi@raspberrypi ~ $ cd RPi_Cam_Web_Interface
pi@raspberrypi ~/RPi_Cam_Web_Interface $ ls
bin                install.sh          start.sh  www-src
config.txt         README.md          stop.sh
etc                remove.sh          update.sh
installreadme.txt RPi_Cam_Web_Interface_Installer.sh  www
pi@raspberrypi ~/RPi_Cam_Web_Interface $ chmod u+x RPi_Cam_Web_Interface_Install
er.sh
pi@raspberrypi ~/RPi_Cam_Web_Interface $
pi@raspberrypi ~/RPi_Cam_Web_Interface $ ./RPi_Cam_Web_Interface_Installer.sh in
stall

```

Figura 3. 33: Configuraciones Raspberry Pi módulo de cámara
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

14-Damos clic en “OK”, para que las configuraciones de la cámara se guarden correctamente.

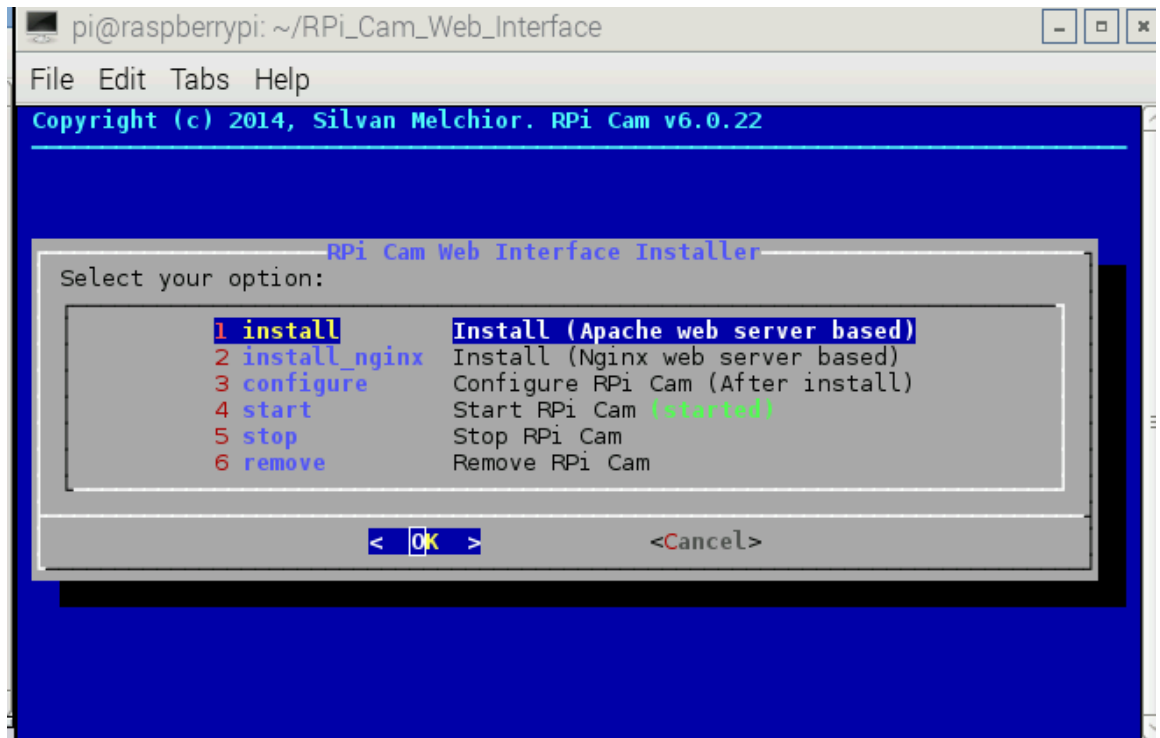


Figura 3. 34: Configuraciones módulo de cámara (habilitar cámara)
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

15-Para que las respectivas subcarpetas se creen dentro de los documentos de Raspberry, damos click en “OK”.

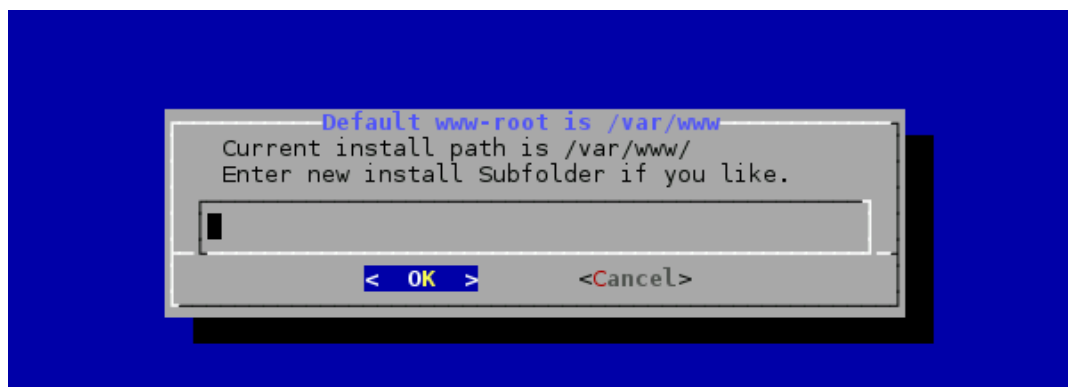


Figura 3. 35: Configuraciones módulo de cámara creación de subcarpetas
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

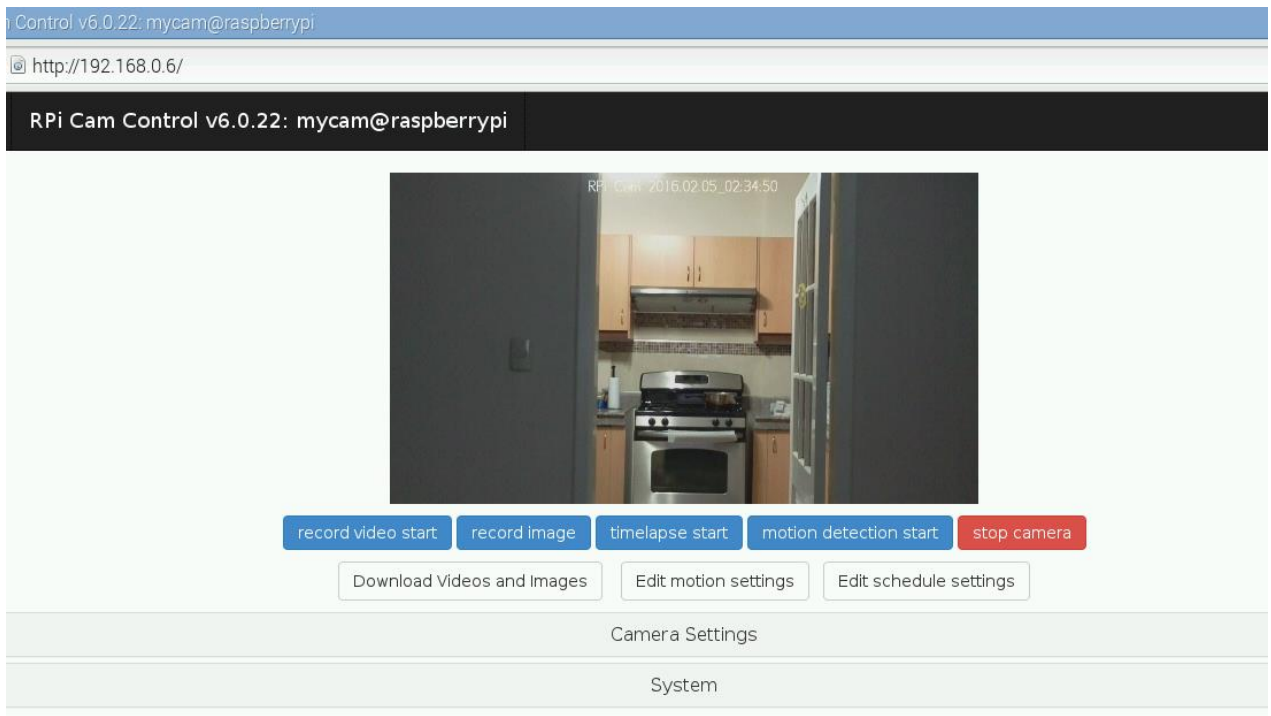


Figura 3. 36: Visualización de la cámara por medio de la interfaz Web
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.



Figura 3. 37: Visualización de la cámara (CER) por medio de la interfaz Web
Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina.

3.3 Requisitos para el almacenamiento

En todo sistema de video es importante considerar la capacidad del almacenamiento del diseño, también se debe tener en cuenta que al estar usando una red estamos haciendo uso del ancho de banda de la red y va a depender de los siguientes aspectos:

- El número de cámara a utilizarse
- Tipo de grabación: sea esta continua o en eventos
- Tiempo de grabación por día
- Las imágenes por segundo
- La calidad de la imagen (resolución)
- La compresión que se utiliza: MPEG-4, H.264, JPEG
- El tiempo de almacenamiento de la información

3.3.1 Cálculo de almacenamiento

El almacenamiento depende como factor principal la forma de compresión. Con la compresión H.264 obtenemos una imagen reducida pero no nos proporciona una buena calidad en cuanto a la imagen, aunque nos lleva a reducir el tamaño del video en un 80% en comparación con la compresión Motion JPEG y 50% con el formato MPEG-4, significando que el formato H.264 utiliza menos ancho de banda y también espacio para el almacenamiento del archivo de video.

Los módulos de cámara del miniordenador Raspberry Pi 2 utiliza como tipo de compresión el formato JPEG, con una resolución de 1080p30.

Para calcular la capacidad de almacenamiento en formato JPEG se debe aplicar la siguiente formula:

Tabla 3. 1: Fórmula para calcular capacidad de almacenamiento

Tamaño de imagen x imágenes por segundo x 3.600s = Kilobyte (KB) por hora/1.000= megabyte (MB).
 MB por hora x horas de funcionamiento diarias/1.000=gigabyte (GB) por día.
 GB por día x periodo de almacenamiento solicitado = Necesidades de almacenamiento.

Elaborado por: Vicente Gordon y Josselin Molina

Tabla 3. 2: Tabla de cálculo en Motion JPEG

Cámara	Resolución	Velocidad Binaria Aprox. (Kbps)	Imágenes Por segundo	MB/ Hora	Horas de funcionamiento	GB/ Día
No. 1	CIF	13	5	234	8	1.9
No. 2	CIF	13	15	702	8	5.6
No. 3	CIF	40	15	2160	12	26

Elaborado por: (Tecnología de la Seguridad, 2015)

3.3.2 Necesidades de almacenamiento para la Raspberry Pi.

Para nuestro caso con la formula anteriormente vista se detalla la capacidad de almacenamiento que se debió usar al grabar la competencia durante los 3 días de desarrollo se detalla a continuación con la formula anteriormente vista:

$$1080 \times 30 \times 3600 = 120 / 1000 = 0.12 \text{ MB}$$

$$0.12 \text{ MB} \times 4 / 1000 = 0.47 \text{ GB}$$

$$0.47 \text{ GB} \times 3 = \mathbf{1.4 \text{ GB}}$$

La capacidad de almacenamiento medida en esta parte es solo para un solo módulo de cámara, en el caso de un cálculo con más cámaras se lo deberá multiplicar por el número de cámaras.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

- El miniordenador Raspberry Pi 2 debe tener todos sus dispositivos correctamente conectados según los aspectos considerados en el diseño de conexión para su respectiva reproducción en vivo, lo cual consiste en que cada estación de trabajo esté con su módulo de cámara Pi conectada y transmitiendo vía dirección web, con su adaptador inalámbrico configurado de la manera adecuada y a su vez se esté transmitiendo en los monitores de manera simultánea.
- En lo que respecta a las configuraciones de la cámara se pudo reducir su resolución de 1080p a 720p, para poder ocupar menos espacio de almacenamiento para poder guardar la información transmitida.
- Al realizar cada paso de configuración, se actualizaron algunos repositorios encontrados en la Raspberry Pi, lo que nos llevó a ocupar un poco más de espacio en nuestra tarjeta Micro SD, la cual en la primera vez que arranca su sistema operativo ocupa cierta capacidad en la memoria.
- La interfaz gráfica de Raspberry Pi brinda un entorno más confiable y amigable para realizar las respectivas configuraciones.

4.2. Recomendaciones.

- Para el correcto funcionamiento del miniordenador Raspberry Pi 2, se debe tener todos los dispositivos conectados correctamente a la tarjeta Pi, antes de encender la misma, para que de esta forma el miniordenador reconozca los dispositivos conectados a ella.
- Utilizar una tarjeta Micro SD con una capacidad como mínimo de 8 GB, para realizar la respectiva escritura del sistema operativo y las configuraciones en la Raspberry Pi
- Utilizar el Sistema Operativo Wheezy ya actualizado, para la Raspberry Pi Versión 2 no tenga ninguna complicación al momento de realizar las configuraciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acrylic. (Diciembre de 2014). *Acrylic Wifi*. Obtenido de <https://www.acrylicwifi.com/blog/que-es-wpa-psk-tkip-ccmp/>

Alciro.Org. (s.f.). *Alciro.Org*. Obtenido de http://www.alciro.org/alciro/conectores_26/conector-HDMI-Interfaz-Multimedia-alta-Definicion_272.htm

ARM. (s.f.). *ARM*. Obtenido de <http://www.arm.com/products/processors/cortex-a/cortex-a7.php>

Berzal, F. (s.f.). Obtenido de <file:///C:/Users/jossi/Documents/TESIS/1A-informatica.pdf>

CableMatic. (s.f.). *CableMatic*. Obtenido de http://www.cablematic.es/producto/Cable-USB-a-HDMI-MHL-_open_parenthesis_MicroUSB_hyphen_M-a-HDMI_hyphen_A_hyphen_M_close_parenthesis_-1_dot_8m/

CCM. (2016). *CCM*. Obtenido de <http://es.ccm.net/contents/789-introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi>

ElectroniLab. (s.f.). *Electronilab (Ingenieria y Diseño Electronico)*. Obtenido de <http://electronilab.co/tienda/camara-para-raspberry-pi-5mp/>

Escudero, A. (2007). *Estandares en tecnologias Inalambricas*. Obtenido de http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/02_es_estandares-inalambricos_guia_v02.pdf

Hawkins, M. (2015). *Raspberry Pi Spy*. Obtenido de <http://www.raspberrypi-spy.co.uk/>

Hipertextual. (s.f.). *Hipertextual*. Obtenido de <http://hipertextual.com/archivo/2013/10/pi-noir-la-camara-infrarroja-para-raspberry-pi/>

Moderna, I. (2015). *Informatica Moderna*. Obtenido de http://www.informaticamoderna.com/Adaptador_USB_red.htm

Naula, Y, M., & Llanos, C, R. (2013). *Utilización de la minicomputadora Raspberry Pi con capacidad de comunicación Wi-fi para la captura de imágenes mediante cámara y almacenamiento de información en base de datos externa*. Guayaquil.

Org, Debian. (s.f.). *Debian Org*. Obtenido de <https://www.debian.org/index.es.html>
Org, R. P. (s.f.). *Raspberry Pi. Org*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/products/pi-noir-camera/>

Protección Titanium. (s.f.). Obtenido de <http://www.protecciontitanium2948.com/que-es-el-circuito-cerrado-de-television-c-c-t-v-su-historia-aplicaciones/>

Rasbian.Org. (s.f.). *Rasbian.Org*. Obtenido de <https://www.rasbian.org/>

Raspberry Pi Org. (s.f.). *Raspberry Pi Org*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio-plus-and-raspi2/>

Raspberry Pi. (s.f.). *Raspberry Pi. Org*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/blog/rasbian-jessie-is-here/>

Servidor principal de Frambuesa Pi. (2014). *Servidor principal de Frambuesa Pi*. Obtenido de <http://www.pihomeserver.fr/es/2014/01/09/raspberry-pi-home-server-installer-facilement-la-camera-raspberry-pi/>

Tecnología de la Seguridad. (30 de Mayo de 2015). *Tecnología de la Seguridad*. Obtenido de <http://serviciostc.com/ancho-de-banda-y-almacenamiento/>

Toledo E., A. (septiembre de 2015). *Sistema de vigilancia de bajo coste energético con Raspberry Pi*. Valencia: Tesis Doctoral.

TP-LINK. (2016). *TL-WN725N - TP-LINK*. Obtenido de http://www.tp-link.com.mx/products/details/cat-11_TL-WN725N.html#specifications

Vis, P. J. (s.f.). *Petervis*. Obtenido de http://www.petervis.com/Raspberry_PI/Raspberry_Pi_LCD/Raspberry_Pi_LCD_DS_I_Display_Connector.html

Windows Central. (s.f.). *Windows Central*. Obtenido de <http://www.windowscentral.com/raspberry-pi-2-future-windows-10-computer-35>

5. ANEXOS

Anexos 1

GASTOS DEL PROYECTO DE TITULACIÓN			
MATERIALES	CANT	P. UNITARIO	P. TOTAL
Miniordenador Raspberry Pi 2	3	\$ 130,00	\$ 390,00
Modulo de cámara pi	2	\$ 75,00	\$ 150,00
Memoria Micro SD 16 GB	3	\$ 20,00	\$ 60,00
Adaptador 5V	3	\$ 7,50	\$ 22,50
Cable	3	\$ 5,50	\$ 16,50
Cable HDMI	2	\$ 25,75	\$ 51,50
USB Wireless TP-link 125n	3	\$ 26,10	\$ 78,30
Materiales varios			\$ 56,00
TOTAL			\$ 824,80

Anexos 2

Raspberry Pi Model B versión 2 encendida



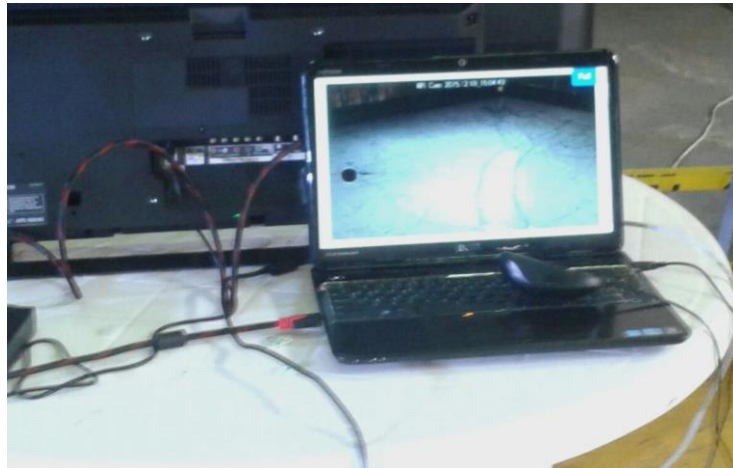
Proyección de la Interfaz WEB a la TV mediante cable HDMI



Raspberry Pi colocada a un extremo de la jaula de batalla.



Trasmisión de la batalla de robot desde la Raspberry Pi al Ordenador



Raspberry vista de otro ángulo de la jaula de batalla



Raspberry colocada en una de las vigas de la jaula de batalla para una mejor visión de la pista.





Raspberry Pi



Raspberry Pi 2, Model B

Product Name **Raspberry Pi 2, Model B**

Product Description The Raspberry Pi 2 delivers 6 times the processing capacity of previous models. This second generation Raspberry Pi has an upgraded Broadcom BCM2836 processor, which is a powerful ARM Cortex-A7 based quad-core processor that runs at 900MHz. The board also features an increase in memory capacity to 1Gbyte.

RS Part Number **832-6274**

Specifications

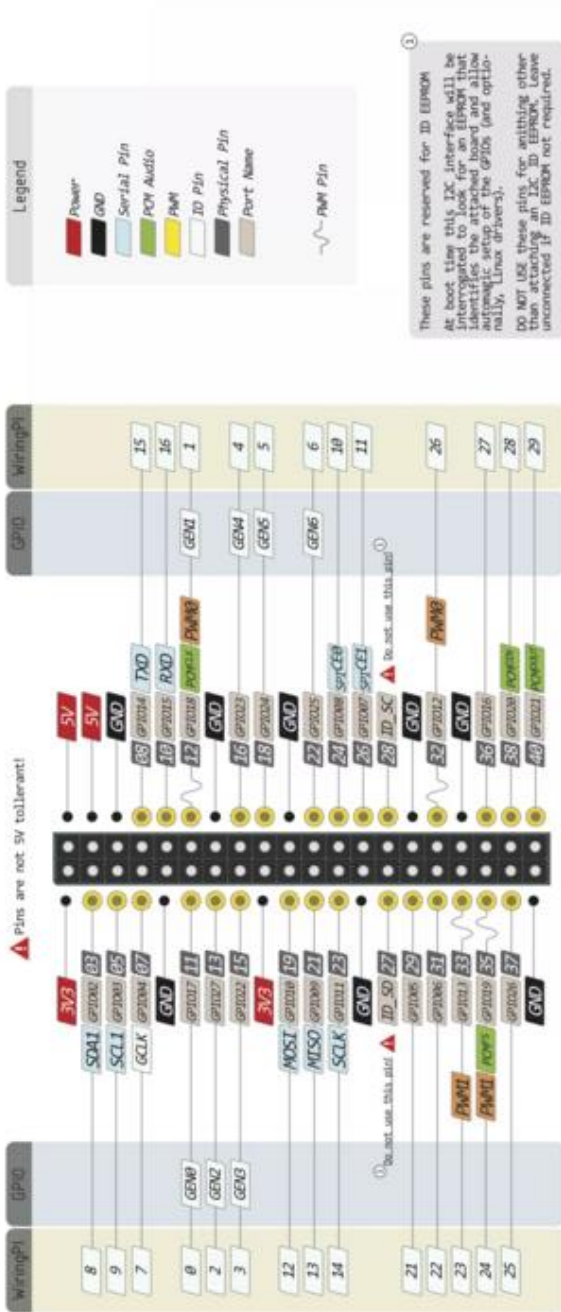
Chip	Broadcom BCM2836 SoC
Core architecture	Quad-core ARM Cortex-A7
CPU	900 MHz
GPU	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
Memory	1GB LPDDR2
Operating System	Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system
Dimensions	85 x 56 x 17mm
Power	Micro USB socket 5V, 2A
Connectors:	
Ethernet	10/100 BaseT Ethernet socket
Video Output	HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL and NTSC)
Audio Output	3.5mm jack, HDMI
USB	4 x USB 2.0 Connector
GPIO Connector	40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines
Camera Connector	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
JTAG	Not populated
Display Connector	Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
Memory Card Slot	Micro SDIO

Anexos 3

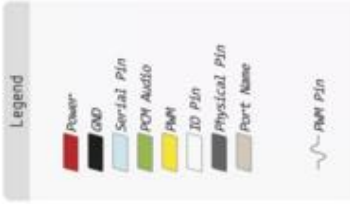


pinout

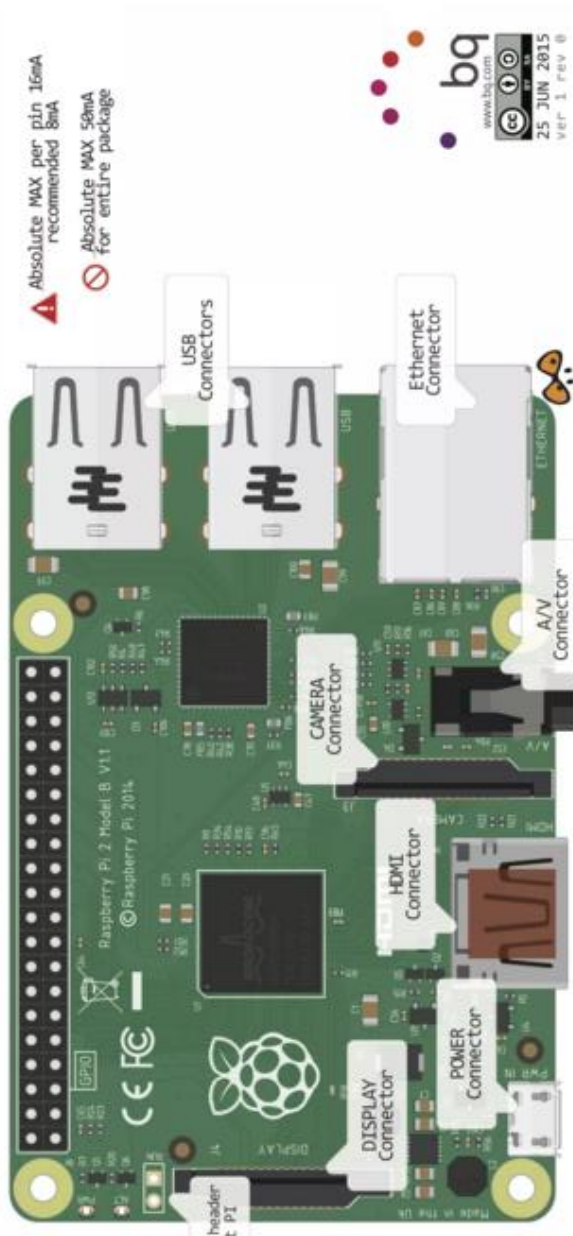
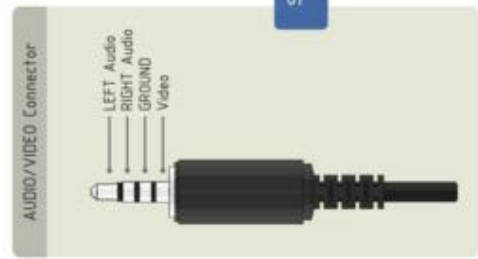
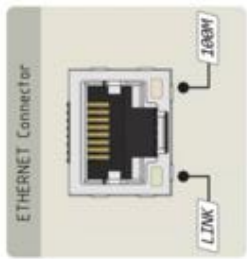
v2 Model B



A The PWM pin available on the GPIO header is shared with the Audio system



1 These pins are reserved for ID EEPROM. At boot time this I2C interface will be interrogated to look for an EEPROM that identifies the attached board and allow automatic setup of the GPIOs (and optionally, Linux drivers). DO NOT use these pins for anything other than attaching an I2C ID EEPROM. Leave unconnected if ID EEPROM not required.

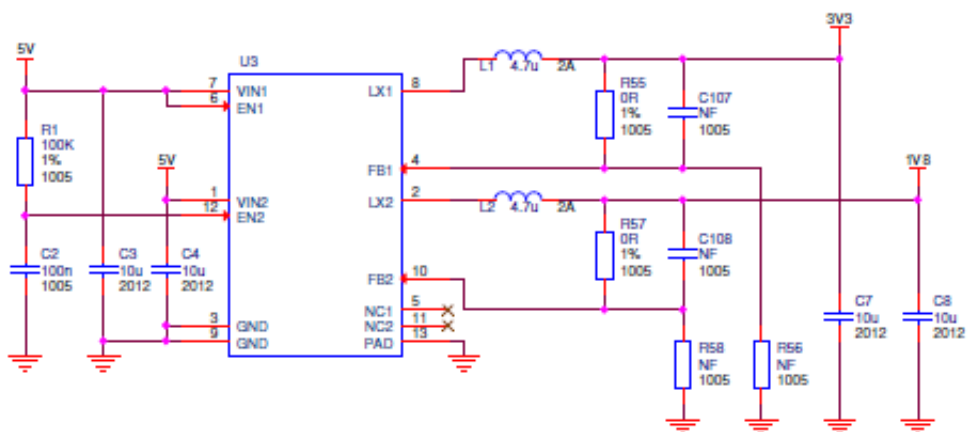
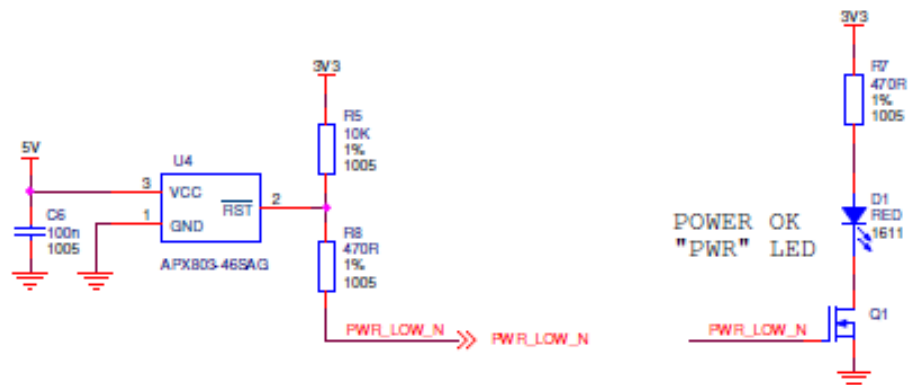
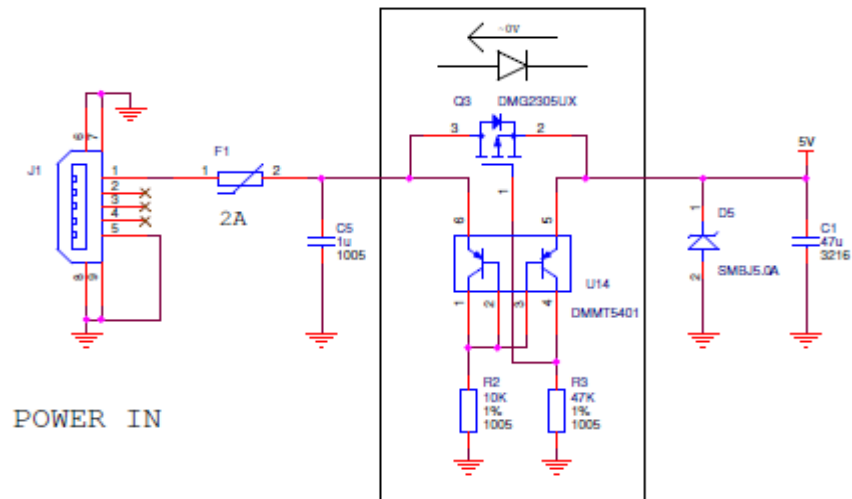


A Absolute MAX per pin 16mA recommended 8mA
 Absolute MAX 50mA for entire package

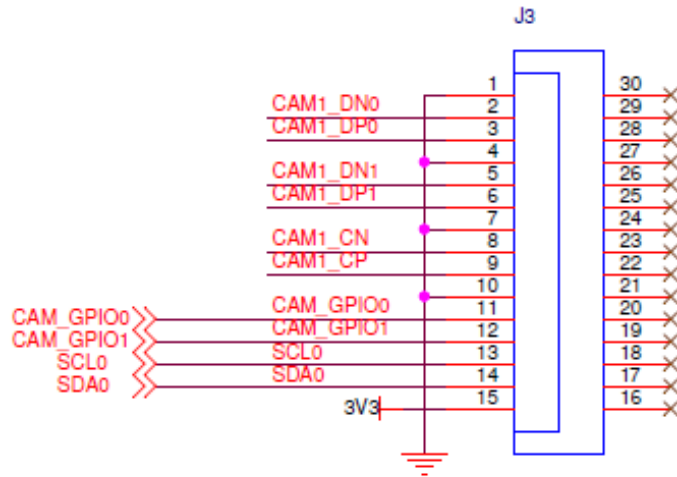


Anexos 4

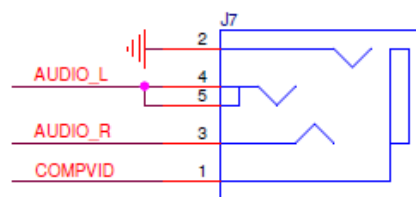
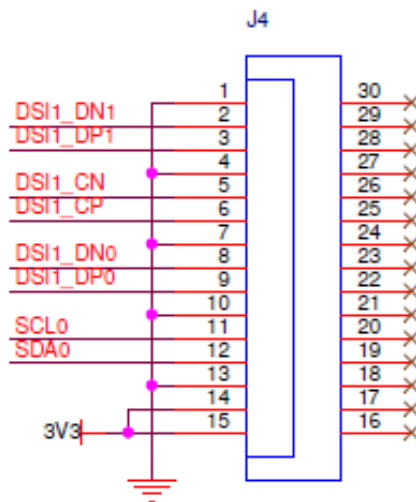
Diagramas de circuitos



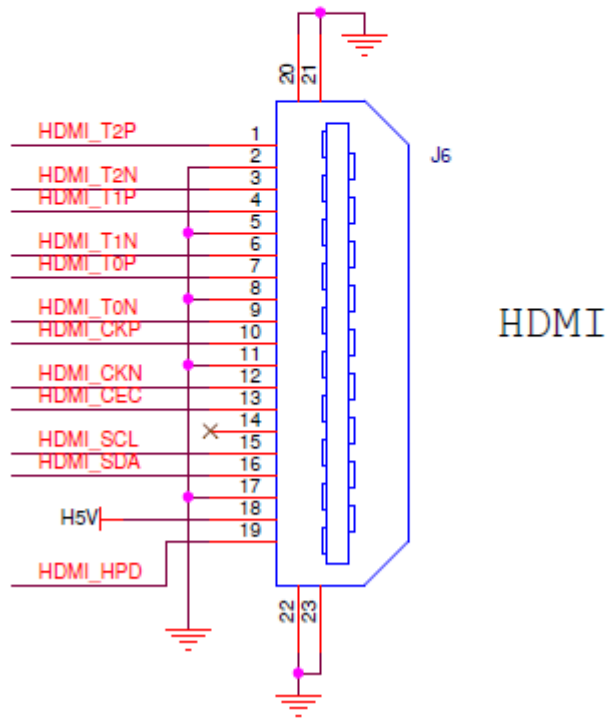
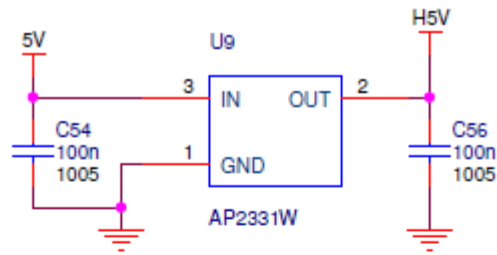
CAMERA

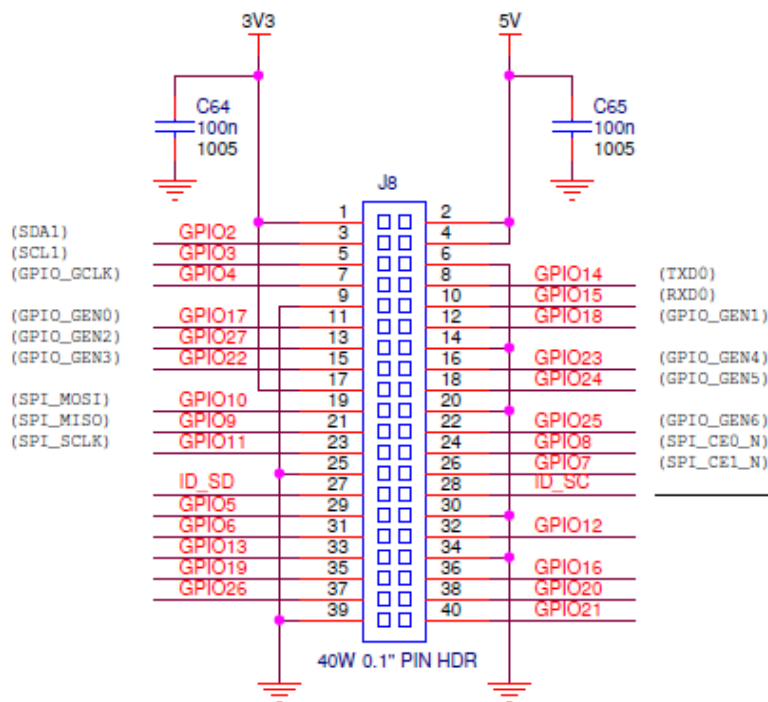
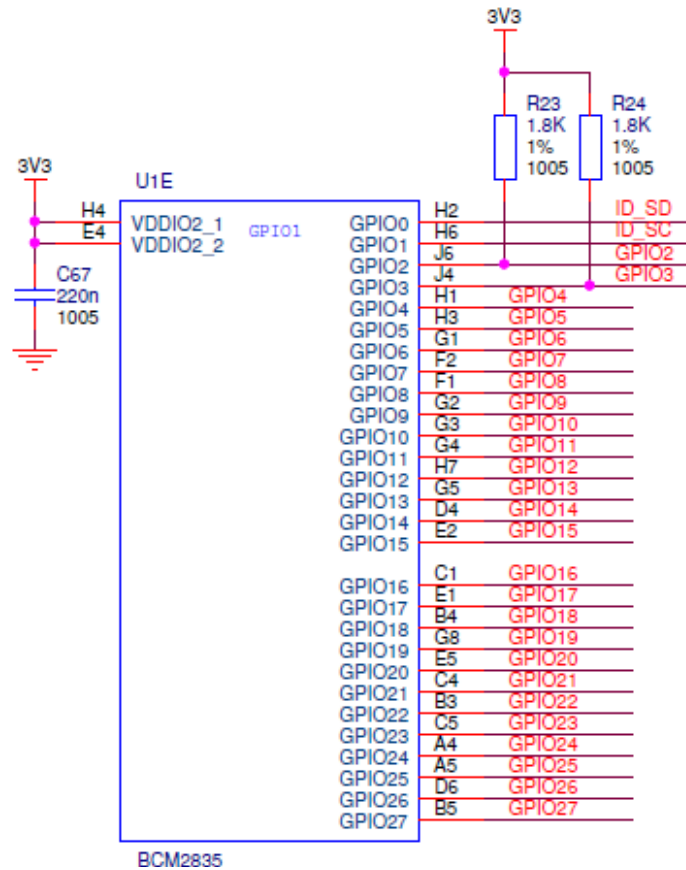


DISPLAY



4-POLE A/V JACK





ID_SD and ID_SC PINS:

These pins are reserved for ID EEPROM.

At boot time this I2C interface will be interrogated to look for an EEPROM that identifies the attached board and allows automatic setup of the GPIOs (and optionally, Linux drivers).

DO NOT USE these pins for anything other than attaching an I2C ID EEPROM. Leave unconnected if ID EEPROM not required.

GPIO EXPANSION



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación


DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo **Josselin Arianna Molina Ormaza**, con C.C: # **1315560076** autor/a del trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN UTILIZANDO MINI ORDENADORES RASPBERRY PI Y CAMARAS PARA CUBRIR EL CONCURSO ECUATORIANO DE ROBÓTICA DENTRO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de marzo de 2016

f. 
Nombre: Josselin Molina Ormaza
C.C: 1315560076



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo **Vicente Joaquín Gordon Chavarría**, con C.C: # **0931116479** autor/a del trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN UTILIZANDO MINI ORDENADORES RASPBERRY PI Y CAMARAS PARA CUBRIR EL CONCURSO ECUATORIANO DE ROBÓTICA DENTRO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de marzo de 2016

f. _____

Nombre: Vicente Gordon Chavarría
C.C: 0931116479



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño e Implementación de un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión		
	Utilizando Mini Ordenadores Raspberry Pi y Cámaras para cubrir el Concurso Ecuatoriano de Robótica		
	Dentro de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Vicente Joaquín Gordon Chavarría Josselin Arianna Molina Ormaza		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	MsC. Luis Córdova Rivadeneira		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de marzo de 2016	No. DE PÁGINAS:	86
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas de Información, Desarrollo de Sistemas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	MINI ORDENADORES, CAMARAS, SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO		

RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):

Para el presente proyecto de titulación se diseñará un sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) en tiempo real, el mismo que servirá para múltiples eventos que se desarrollen en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones. Particularmente, será implementado a manera de prueba piloto durante el Desarrollo del XI Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER 2015), utilizando varios mini ordenadores Raspberry Pi, que se conectarán inalámbricamente entre sí y cada una conectada a sus propios módulos de cámaras con visión fija, las que serán instaladas en distintos puntos dando cobertura a determinadas áreas donde se llevará a cabo el evento.

Cada año en diversas Instituciones de Educación Superior (IES) del país se lleva a cabo el Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER), presentando consigo novedosos diseños de robots en diversas categorías, donde el ingenio es una de las características que llama la atención de los estudiantes de ingenierías en electrónica, electricidad, telecomunicaciones, sistemas y mecánica. Para el presente año la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), fue designada como sede del CER 2015.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0991366099 0980007604	E-mail: jossymolina1@gmail.com gordonvicente5@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando	
	Teléfono: 0968366762	
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	