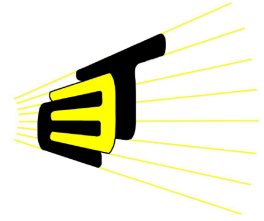


# Visualización remota de la dinámica del brazo robótico PUMA a través de una cámara Web integrada a una interfaz de control

Ana María Escobar Arias  
Alvaro Javier Flórez Martínez

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES

Bucaramanga, Agosto 2013



# Visualización remota de la dinámica del brazo robótico PUMA a través de una cámara Web integrada a una interfaz de control

Ana María Escobar Arias

Alvaro Javier Flórez Martínez

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

Director

MSc. Jorge Hernando Ramón Suárez

Codirector

William Alexander Salamanca Becerra

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES

Bucaramanga, Agosto 2013

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>14</b>
<b>2. Cámara Elphel NC353L</b>	<b>15</b>
2.1. Reconocimiento inicial de la cámara . . . . .	16
2.2. Página Web . . . . .	17
2.3. <i>Streaming</i> . . . . .	25
2.3.1. VLC (VideoLAN) . . . . .	25
2.3.2. MPlayer . . . . .	26
2.4. Acceder a la cámara . . . . .	26
2.4.1. Página Web . . . . .	27
2.4.2. FTP . . . . .	27
2.4.3. SSH . . . . .	28
2.4.4. Serial . . . . .	28
2.5. Actualizar el <i>firmware</i> de la cámara . . . . .	29
<b>3. Servidor Web</b>	<b>31</b>
3.1. Tipo de servidor . . . . .	31
3.2. Posibles servidores . . . . .	32
<b>4. Elección Servidor</b>	<b>34</b>
4.1. Pico Computador . . . . .	34
4.1.1. Sistemas computacionales . . . . .	35
4.2. Elección del sistema . . . . .	37
4.3. Configurar sistema operativo en Odroid U2 . . . . .	37
<b>5. Instalación Servidor Web</b>	<b>43</b>
<b>6. Página Web</b>	<b>48</b>
6.1. Construcción . . . . .	48
6.2. Audio . . . . .	50
6.3. Video . . . . .	51
6.4. CGI . . . . .	52
6.5. Brazo PUMA . . . . .	53
<b>7. Sistema</b>	<b>54</b>

<b>8. Resultados</b>	<b>59</b>
8.1. Conclusiones . . . . .	59
8.2. Recomendaciones . . . . .	60
<b>Bibliografía</b>	<b>63</b>
<b>Apéndices</b>	<b>64</b>
<b>A. Redes de computadores</b>	<b>65</b>
<b>B. Configuración de red</b>	<b>68</b>
B.1. Configurar IP fija y DNS . . . . .	68
B.2. Saber IP actual . . . . .	68
<b>C. Configuración Servidor</b>	<b>69</b>
C.1. Archivo de Configuración . . . . .	69
C.2. ScripAlias . . . . .	70
C.3. CGI fuera de su directorio designado . . . . .	70
<b>D. solucionar problemas de dependencias en aptitude</b>	<b>71</b>

# Índice de figuras

1.1. Sistema completo . . . . .	14
2.1. Cámara Elphel NC353L [8] . . . . .	16
2.2. Conexión cámara Elphel NC353L [8] . . . . .	16
2.3. Página de inicio Elphel . . . . .	17
2.4. Interfaz de control de la cámara . . . . .	18
2.5. Barra de opciones de configuración . . . . .	18
2.6. Opciones de control básicas . . . . .	19
2.7. Diferencia entre indicador manual y automático . . . . .	19
2.8. Controles de la visualización 1 . . . . .	20
2.9. Controles de la visualización 2 . . . . .	20
2.10. Controles de la visualización 3 . . . . .	21
2.11. Ajustes de red . . . . .	22
2.12. Grabador de discos . . . . .	22
2.13. Editor de parámetros . . . . .	23
2.14. Terminal . . . . .	23
2.15. Preferencias del sistema . . . . .	24
2.16. Explorador de archivos . . . . .	24
2.17. Logo VideoLan [22] . . . . .	25
2.18. Fuente: Página web VideoLAN organization . . . . .	25
2.19. Logo MPlayer [16] . . . . .	26
2.20. Fuente: Página web Mplayer Inc . . . . .	26
2.21. Diagrama de conexión FTP . . . . .	27
2.22. Conectores a la <i>board 10369</i> y cable serial . . . . .	29
4.1. Raspberry pi [14] . . . . .	35
4.2. BeagleBone Black [3] . . . . .	36
4.3. Odroid familia U (izquierda) y Odroid familia X (derecha) [12] . . . . .	37
4.4. Diagrama de bloques Odroid U2 [12] . . . . .	38
4.5. Sistema odroid U2 con disipador [12] . . . . .	38
5.1. Ventana principal Aptitude . . . . .	44
5.2. Paquetes principales seleccionados . . . . .	44
5.3. Paquetes del servidor seleccionados . . . . .	45

5.4. Servidor emitiendo adecuadamente . . . . .	45
5.5. Comandos de edición y reinicio del servidor . . . . .	46
6.1. Estructura de la página Web . . . . .	50
6.2. Plantilla de página Web . . . . .	51
7.1. Sistema completo . . . . .	54
7.2. Sistema implementado . . . . .	55
7.3. Ejecución del Port Forward en el router . . . . .	56
7.4. Código PHP sin modificar . . . . .	57
7.5. Código PHP modificado . . . . .	57
A.1. Clases de direcciones IP . . . . .	66
A.2. Ejemplo de puerta de enlace . . . . .	67
D.1. Problema de paquetes . . . . .	71
D.2. Opción de solución escogida . . . . .	72

# Resumen

**Título :** Visualización remota de la dinámica del brazo robótico "PUMA" a través de una cámara Web integrada a una interfaz de control.<sup>1</sup>

**Autores :**

Ana María Escobar Arias

Alvaro Javier Flórez Martínez<sup>2</sup>

**Palabras Clave:** Sistema embebido, servidor, pico computador, cámara IP, red computacional.

**Contenido :** Desde tiempos inmemoriales, el hombre ha buscado facilitar su existencia inventando mecanismos cada vez más sofisticados que le ayuden a satisfacer sus necesidades primordiales. A medida que pasa el tiempo, las necesidades primarias del hombre han evolucionado, creando así un cambio drástico en las herramientas necesarias para su satisfacción, desde la manufactura artesanal a la manufactura industrial, apoyada en la ciencia y la tecnología. Uno de los grandes avances de los tiempos actuales, ha sido la combinación de la ingeniería mecánica, eléctrica y electrónica para la construcción de brazos robóticos, dispositivos fácilmente programables para cumplir operaciones diversas, con varios grados de libertad y destinados a sustituir la actividad física del hombre en tareas repetitivas, monótonas, desagradables o peligrosas. Gracias a la gran demanda de estos dispositivos, se ha dedicado mucho tiempo y atención al estudio de su controlabilidad remota, facilitando así la operación y monitoreo del dispositivo, ya que esto elimina la necesidad de tener un operario en un puesto fijo sin posibilidad de abandonarlo. Ya no se trata de un problema local, la puerta que ha abierto el internet y las comunicaciones ha ayudado en la búsqueda de soluciones en de la interacción de personal calificado que no se encuentre en el mismo lugar que el sistema.

El desarrollo de este proyecto se dedica puntualmente a la visualización de la dinámica del brazo robótico por medio de la creación de un laboratorio remoto que controlará el brazo "PUMA" existente en la universidad, llevando a cabo la interconexión de la cámara Web que proporciona la realimentación del sistema, el diseño de la página que reúne la interface de control de la cámara, la imagen capturada por la misma y la interface de control del brazo robótico.

---

<sup>1</sup>Proyecto de grado.

<sup>2</sup>Facultad de ingenierías físicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Msc Jorge Hernando Ramón Suárez. Codirector: William Alexander Salamnaca Becerra.

# Abstract

**Title :** Remote display of the dynamics of the robotic arm "PUMA" through a web camera integrated to a control interface.<sup>3</sup>

**Authors :**

Ana María Escobar Arias

Alvaro Javier Flórez Martínez<sup>4</sup>

**Key Words:** Embedded system, server, pico computer, IP camera, Computer network.

**Content :** Since the beginning of time, man has sought make their living easier by inventing mechanisms that help to meet their basic needs. As time goes on, the man's primary needs have evolved, creating a drastic change in the tools necessary for their satisfaction, from traditional manufacturing to industrial manufacturing, supported by science and technology. One of the great advances of modern times, has been the combination of mechanical, electrical and electronics engineering, for building robotic arms, easily programmable devices built to fulfilled different operations, with several degrees of freedom, these devices are intended to replace physical activity in repetitive, monotonous, unpleasant or dangerous tasks. Due to the high demand for these devices, a lot of time and attention has been devoted to the study of remote controllability, it makes it easier to monitor the operation of the device, because it eliminates the need for an operator in a fixed position with no possibility of leaving. It is no longer a local problem, the door that the Internet and communications has opened, has helped in the search for solutions in the interaction of qualified personnel who are not in the same place as the system.

The development of this project is dedicated to displaying the dynamics of the robotic arm through the creation of a remote laboratory that will control the robotic arm "PUMA" by the interconnection of the webcam that provides the feedback to the system, the layout of the page that brings the control interface of the camera, the image captured and the control interface of the robotic arm.

---

<sup>3</sup>Research Project to qualify for Electronic Engineering degree..

<sup>4</sup>Belog to the Physical-Mecanical Engineering Faculty. School of Electrical, Electronics and Telecommunications Engineerings. Director: Msc Jorge Hernando Ramón Suárez. Co-director: William Alexander Salamnaca Becerra.

# Preliminares

## Planteamiento del problema

Este proyecto de un laboratorio remoto nace en una etapa de desarrollo del ser humano en que la industria necesita producir grandes cantidades de implementos, productos y resultados en tiempos reducidos lo que obligó a optimizar sus procesos mediante diversos sistemas robóticos automatizados, unido a esto las grandes dinámicas de una corporación dificulta a los trabajadores el monitoreo permanente de todos sus sistemas y aún más de las configuraciones de estos, por estas razones se determinó la implementación de una herramienta la cual permita el monitoreo y control de cualquier sistema de una manera fácil y práctica, estas características se podrán llevar a buen término usando un sistema de redes computacionales que es otra rama del desarrollo tecnológico que avanza a grandes pasos, permitiendo desarrollar sistemas que manejan más datos y a mayores velocidades brindando una gran capacidad de monitoreo y control. Otra rama de la tecnología que se complementa con las redes son los computadores personales, que tienen gran capacidad de procesamiento y memoria, entregando grandes resultados al usuario cuando desde este se pretenda hacer algún tipo de control remoto como el que se trabaja en este proyecto. Por último la gran facilidad para acceder a internet en cualquier parte del mundo junto con el resto de características enunciadas anteriormente, pueden conformar un sistema óptimo y funcional de control.

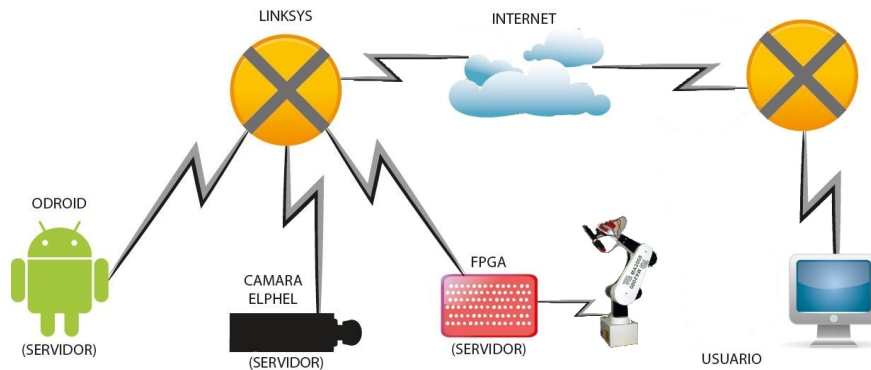
La Universidad Industrial de Santander cuenta con un brazo robótico PUMA con seis grados de libertad en el cual se han desarrollado una serie de trabajos de actualización funcional, implementaciones de control y conexiones de red que serán excelentemente complementados incentivando a los estudiantes a realizar desarrollos en estas áreas.

# Capítulo 1

## Introducción

En este proyecto se implementa un sistema de monitoreo remoto para un brazo robótico, este desarrollo se compone de unos elementos fundamentales, en primer lugar se cuenta con una cámara de *software* y *hardware* libre que es configurada para emitir video en tiempo real en una red computacional, además se tiene un pico computador que tiene instalado un sistema operativo Linux Debian y el cual fue configurado como servidor y posee una página Web, se tiene el brazo robótico PUMA con un servidor propio que posee una interface de control, y por último un router que tiene configurado sus puertos dando acceso desde la internet a la página Web y desde ella al control de todo el sistema, este se muestra en la figura 1.1:

Figura 1.1: Sistema completo



## Capítulo 2

# Cámara Elphel NC353L

Elphel ha sido uno de los primeros creadores en el mundo de cámaras de video basadas en *software* libre (GNU/GPL) y *hardware* abierto. La cámara Elphel 353 está diseñada principalmente para aplicaciones científicas, tiene un número efectivo de píxeles de 2592x1936(5.018.112 píxeles), unidad de procesamiento “200MHz 32-bit Axis ETRAX FS CPU”, “RAM 128 MB SDRAM (64MB system + 64MB Video)”, “Flash 128 MB NAND flash memory”, “FPGA Xilinx SpartanR3e 1200K gate reconfigurable FPGA”. Sus principales aplicaciones son en video de alta velocidad, visión artificial, microscopía, observación de la naturaleza, imágenes bajo agua, imágenes médicas, aplicaciones aéreas, robótica, video HD, seguridad, digitalización de documentos, aplicaciones panorámicas de imágenes y video, reconstrucción 3D, lectura de códigos de barras, educación y trabajo en red. La cámara Elphel 353 está diseñada especialmente para el desarrollo y creación de nuevos productos, está basada en un *software* flexible y altamente seguro como núcleo de Linux, busybox, lighttpd, PHP5 y otros *software* GNU. Contiene un Kit de desarrollo de *software* (SDK) y documentación de *hardware* disponible libremente. Posee *hardware* de alta velocidad (FPGA) acelerador de la compresión imagen/video sobre 75 Mpix/s, tiene adquisición en formatos Quicktime, OGM, secuencia de imágenes JPEG, JP4 RAW, HDR (experimental). Contiene interfaz de Medios disponibles para envíos sobre 100 Mbit (*software* o *multicast*), dos ranuras para tarjetas compactas, conector ZIF IDE para cámara interna de 1.8” HDD, conector SATA para disco duro externo, unidad de estado sólido o matriz redundante de discos independientes. Posee periféricos USB como GPS, brújulas para permitir la grabación de imágenes y video con etiquetas geográficas, dispositivos de audio para grabar de forma síncrona audio y video. Su alimentación es de 48V DC, de 12 a 36V DC para aplicaciones móviles ó 3,3V DC regulados, consume de potencia entre 2.4 y 5.8W (dependiendo del modo de operación). Tiene un modo de actualización de *software* (tanto de GNU / Linux y FPGA) en la red, GUI basada en Web accesible desde cualquier navegador de internet. Contiene la posibilidad de video en vivo utilizando VLC, Mplayer, marco Gstreamer, etc. Presenta entradas y salidas de propósito general para sincronización externa.

Esta cámara, previamente adquirida por la Universidad Industrial de Santander, encaja perfectamente con el perfil de este proyecto, ya que es una cámara de *hardware* y código abierto, lo que se traduce a un gran número de posibilidades de desarrollo y adaptación. Esto es posible gracias al *hardware* abierto que permite la personalización de aplicaciones específicas.

Todas las cámaras Elphel son modulares y permiten ampliar sus capacidades. Una de las características técnicas de las Elphel es que son cámaras IP, es decir que hacen *streaming* de video que emiten por *ethernet* y por tanto se pueden controlar de forma remota, siendo estas unas de las principales

Figura 2.1: Cámara Elphel NC353L [8]



características necesarias para alcanzar los objetivos previamente planteados.

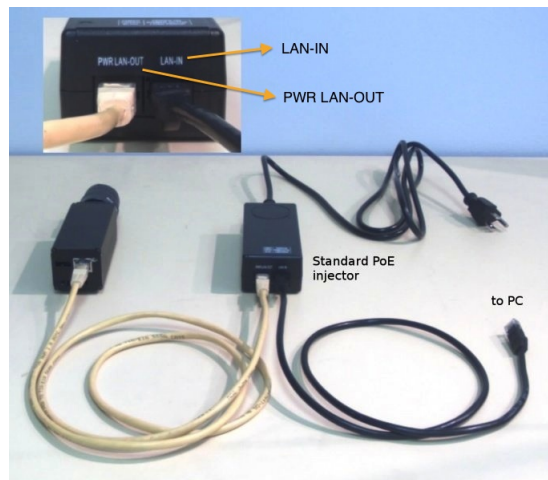
## 2.1. Reconocimiento inicial de la cámara

En el proceso de reconocimiento inicial de la cámara fue necesaria la investigación exhaustiva de documentos referentes a dicha cámara antes de realizar cualquier prueba preliminar.

Es necesario tener en cuenta la siguiente información antes de poner a funcionar la cámara:

1. **Conexión:** Si se realiza correctamente la conexión a un computador, el led del adaptador prenderá con color verde. En la figura 2.2 se muestra el esquema de conexión correcto entre la cámara, adaptador y computador.

Figura 2.2: Conexión cámara Elphel NC353L [8]



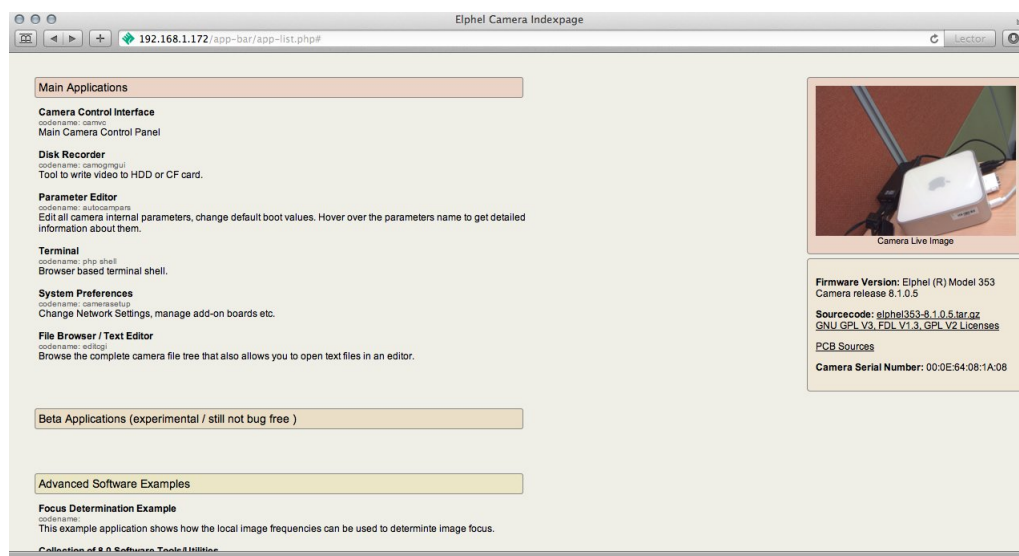
- Una vez la cámara está correctamente conectada a un computador, *router* o *switch*, es necesario asegurarse que estos se encuentren en la misma subred (más información apéndice A). Se debe tener en cuenta que la IP por defecto de la cámara es 192.168.1.9, pero esta fue modificada en el transcurso del proyecto, la IP actual es 192.168.1.172, más adelante se cubrirá el tema del cambio de IP.

Para confirmar que los pasos anteriores fueron correctamente realizados, se le realiza un *ping* a la IP de la cámara, en este caso 192.168.1.172.

## 2.2. Conocer la página Web

Ahora, no debe haber ningún problema al acceder a la página Web que provee el fabricante, para esto simplemente se debe escribir la IP en la barra de direcciones de cualquier navegador.

Figura 2.3: Página de inicio Elphel



En la figura 2.3 se puede ver la página principal que provee Elphel para la manipulación de la cámara. En esta encontramos una serie de menús que se explicarán a continuación:

- Aplicaciones principales:
  - Interfaz de control de la cámara: Al elegir esta opción, se despliega una ventana nueva, como la que se muestra en la figura 2.4, en la que se observa el video que esta siendo capturado por la cámara, una barra de opciones que permiten cambiar los parámetros de configuración de la cámara y una recuadro que funciona como una lupa móvil magnificando el segmento en el que se encuentra.

La barra de opciones que se encuentra en la parte superior de la interfaz de control de la cámara, se puede observar en mayor detalle en la figura 2.5, y a continuación se hará una breve explicación de las opciones que esta ofrece.

Figura 2.4: Interfaz de control de la cámara



Figura 2.5: Barra de opciones de configuración



1. **Controles de la cámara:** Al hacer *clic* en esta opción se despliega un menú que contiene las opciones de control básicas de la cámara, (ver figura 2.6), entre estas se encuentran, histogramas, tiempo de exposición, balance de colores, contraste, nivel de blancos, etc, todas estas opciones se dan sobre una ventana de selección, recuadro rojo que aparece en la figura 2.6, este recuadro se puede ajustar en tamaño y ubicación según sea necesario.  
En algunas de las opciones que se presentan, se puede elegir entre ajuste automático y manual, la diferencia entre estos dos se presenta en la figura 2.7, para cambiar de un modo a otro simplemente se debe hacer *clic* sobre la opción que se desea manipular.
2. **Controles del *streaming*:** Este botón no se encuentra soportado aún en las versiones 8.0 y posteriores del *firmware*.
3. **Controles de la visualización de la imagen:** Estos controles se dividen en 7 pestañas, en la figura 2.8 se muestra las tres primeras pestañas, en la figuras 2.9 y 2.10, se muestran las demás. A continuación se presenta una breve descripción de cada una.
  - o En la primera se encuentran generalidades de la cámara, su número de identificación, su dirección IP, el máximo tamaño del archivo resultante, entre otros. Es necesario recordar que los controles del *streamer* no se encuentran soportados de forma gráfica

Figura 2.6: Opciones de control básicas

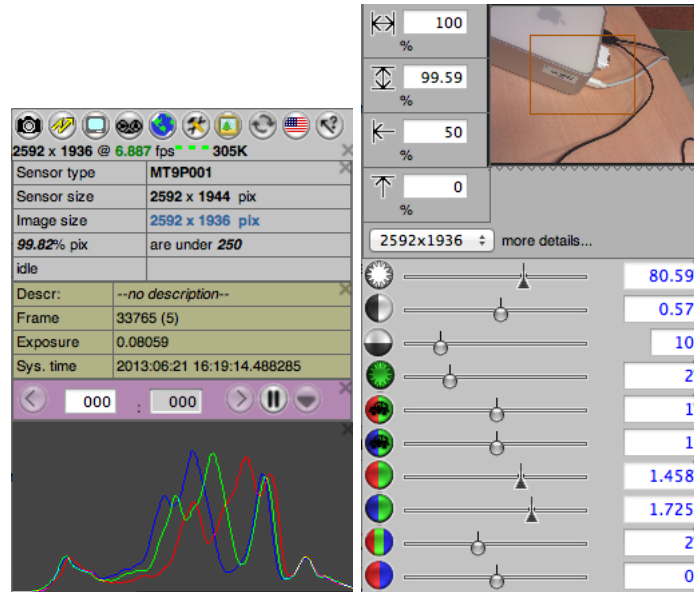
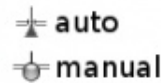


Figura 2.7: Diferencia entre indicador manual y automático

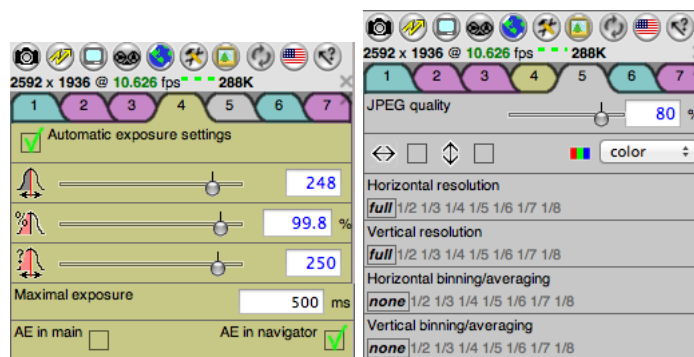


- para la versión del *firmware* que se utiliza.
- o En la segunda, se encuentran opciones como la presentación de la ventana, su transparencia, el modo de captura, la duración de la captura y el *zoom*.
  - o En la tercera pestaña esta completamente dedicada al *streaming*, en ella se muestran los controles para el *software* y el *multicast*, pero como se explicó anteriormente estas configuraciones no están habilitadas.
  - o En la cuarta se encuentran las opciones de ajuste de exposición de la cámara.
  - o En la quinta pestaña se presentan las opciones de calidad y resolución de la imagen capturada por la cámara.
  - o En la pestaña número seis se encuentran las opciones de presentación del histograma, lineal o de raíz cuadrada, con puntos o líneas, etc.
  - o En la última pestaña se presentan algunas opciones varias, el tiempo de espera de la imagen, del histograma, el *reset* del sensor, etc.
4. **Controles del grabador digital de videos:** Esta opción solo se activa si hay algún dispositivo de almacenamiento masivo conectado a la cámara, ya que es necesario un destino donde guardar el archivo resultante.
  5. **Ajustes de red:** Al hacer clic en esta opción, se despliegan cuatro pestañas, las últimas dos no se encuentran habilitadas aún, las dos primeras se muestran en la figura 2.11.

Figura 2.8: Controles de la visualización 1



Figura 2.9: Controles de la visualización 2



- La primera pestaña, NET, contiene las opciones básicas de la cámara para conectarse a la red, IP, máscara de red, *broadcast* puerta de enlace y MAC.
- La segunda pestaña tiene las opciones del servicio FTP, aquí se ingresa el nombre,

Figura 2.10: Controles de la visualización 3



la contraseña, la IP del servidor, el nombre del archivo, la dirección remota en la que se copiara dicho archivo, el tiempo de espera, etc.

6. **Ajustes de programa:** Esta opción permite esconder el menú desplegable para así tener una visualización completa y sin obstáculos de la imagen.
  7. **Resolución total:** Esta opción toma una foto en resolución total y la muestra en una ventana nueva.
  8. **Refrescar o inciar la imagen o datos:** Este botón como su nombre lo dice, reinicia el envío de datos o imágenes.
  9. **Interfaz de selección de lenguaje:** Esta opción aún no se encuentra soportada en esta versión del *firmware*.
  10. **Ayuda:** Esta opción activa algunos cuadros de ayuda que aparecen cuando se posiciona el ratón sobre algunos de los botones.
- **Grabador de discos:** Como su nombre lo indica esta opción nos da la oportunidad de grabar un video, es necesario resaltar la palabra disco, esto es porque solo funciona con un disco duro externo como destino de la grabación. En la imagen 2.12 se ve la página nueva que resulta al oprimir este botón, en ella también se encuentran los reconocimientos del correcto funcionamiento de algunos componentes de la cámara, y las opciones del archivo de video, el nombre, la calidad, el tamaño, etc.

Figura 2.11: Ajustes de red

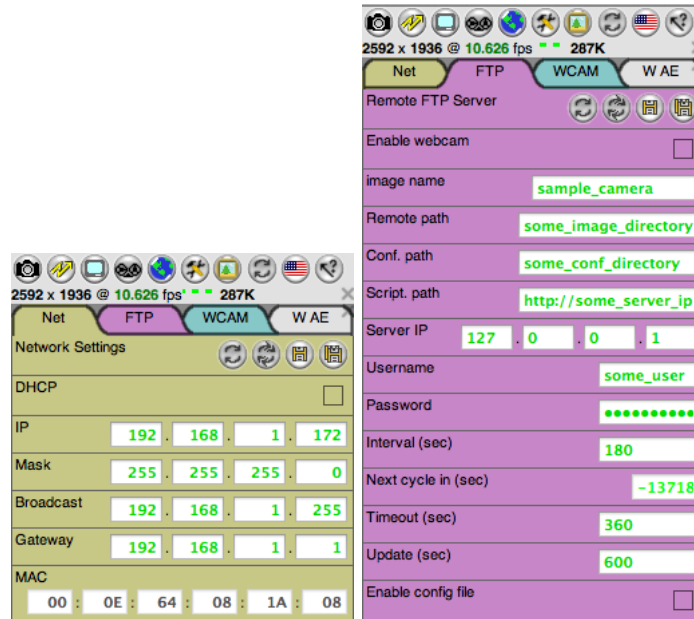
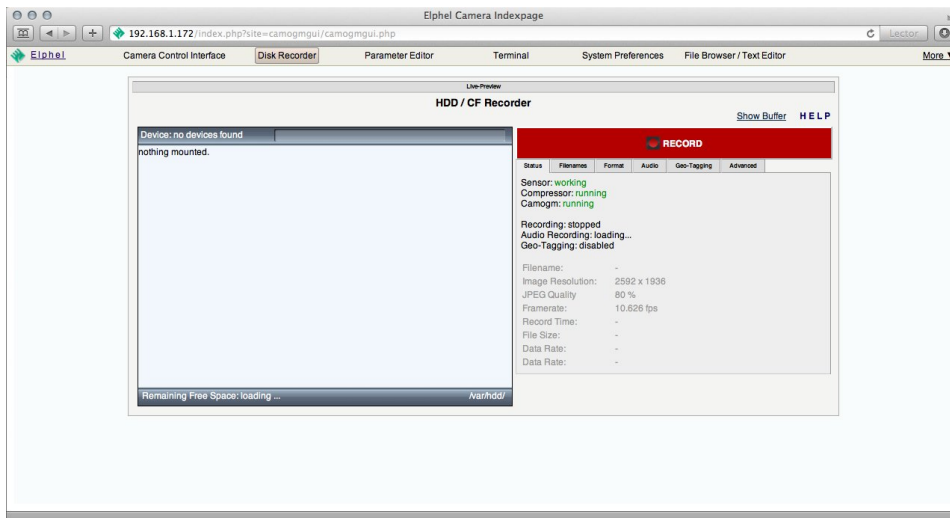


Figura 2.12: Grabador de discos



- Editor de parámetros: En esta subsección se pueden cambiar los parámetros internos de la cámara, aquellos que se usan por defecto cuando esta enciende.
- Terminal: Emula la terminal del sistema operativo de la cámara, desde aquí se pueden ver y modificar los archivos que esta contiene.

Figura 2.13: Editor de parámetros

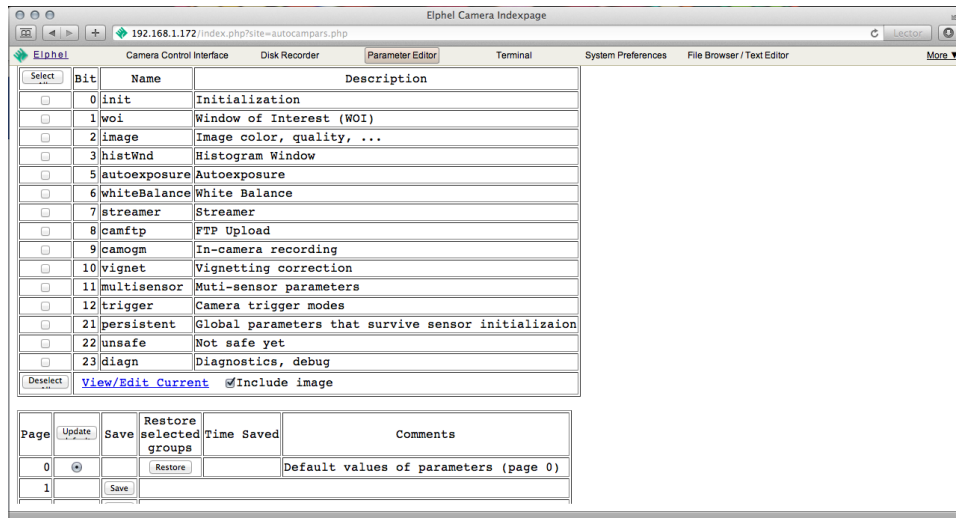
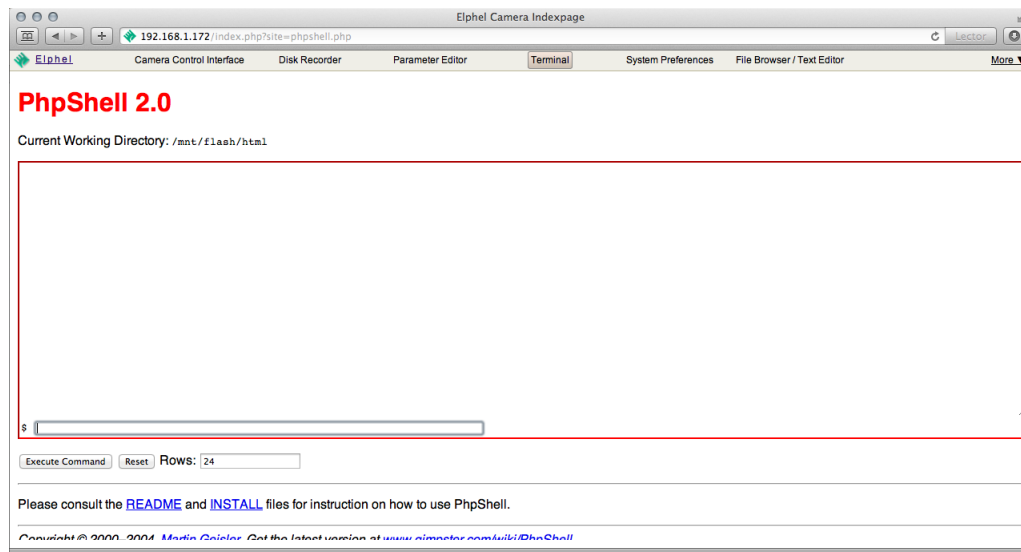
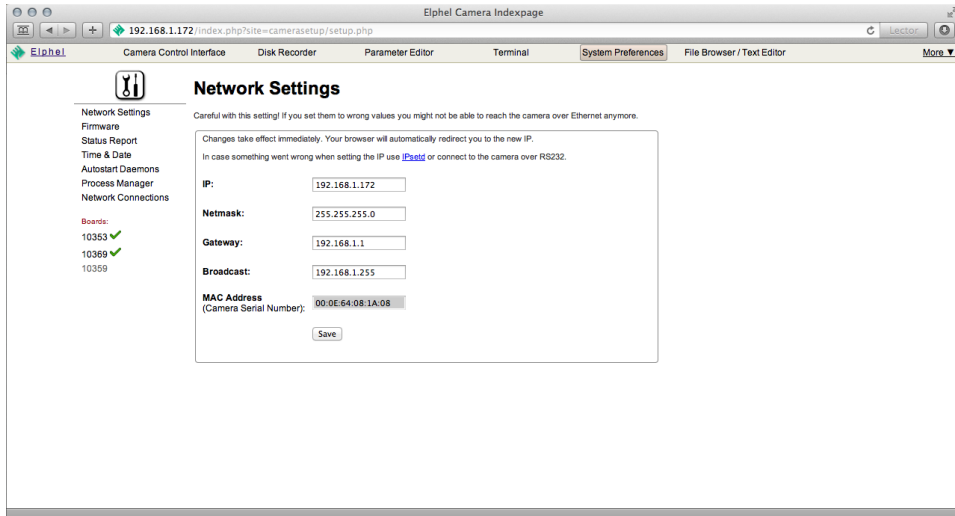


Figura 2.14: Terminal



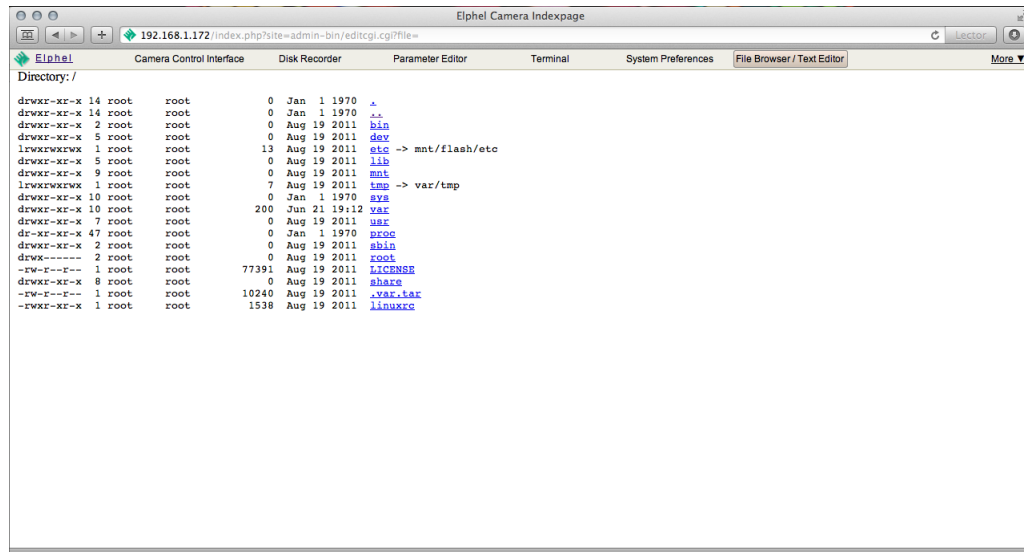
- **Preferencias del sistema:** En esta sección se encuentran aquellas opciones por defecto, los parámetros de red, el *firmware*, fecha y hora, las conexiones de red, etc. En la figura 2.15 se muestran los parámetros de red, una vez se realicen cambios aquí, la próxima vez que se inicialice la cámara, esta iniciará con los nuevos parámetros.
- **Explorador de archivos / Editor de texto:** Esta pestaña presenta una forma de navegar por los archivos de la cámara y editarlos de una forma más amigable y fácil. En la figura

Figura 2.15: Preferencias del sistema



2.16 se ve la presentación en forma de página Web de dichos archivos.

Figura 2.16: Explorador de archivos



## 2.3. Obtener *streaming*

El *streaming* es la distribución de multimedia a través de una red de dispositivos electrónicos de manera que el usuario final consume el producto al mismo tiempo que se descarga. La palabra *streaming* se refiere a una corriente continua, sin interrupción. Este tipo de tecnología funciona mediante un búfer de datos que va almacenando lo que se va descargando en la estación del usuario para luego mostrarle el material descargado. Esto se contrapone al mecanismo de descarga de archivos, que requiere que el usuario descargue por completo los archivos para poder acceder a su contenido.

Para obtener *streaming* de la cámara, es necesario contar con un programa que permita la recepción y visualización del mismo, en el desarrollo de este proyecto se usaron dos opciones, VLC (VideoLAN) y MPlayer, la escogencia de estos dos programas se realizó pensando en que encajarán con el perfil del proyecto, que cumplieran con la característica más importante de este, ser libre y de código abierto.

RTSP (*Real Time Streaming Protocol*) establece y controla uno o muchos flujos sincronizados de datos, ya sean de audio o de video. En la mayoría de los casos RTSP usa TCP para enviar datos de control del reproductor y UDP para los datos de audio y vídeo aunque también puede usar TCP en caso de que sea necesario. En el transcurso de una sesión RTSP, un cliente puede abrir y cerrar varias conexiones de transporte hacia el servidor con tal de satisfacer las necesidades del protocolo.

### 2.3.1. VLC (VideoLAN)

Figura 2.17: Logo VideoLan [22]



Figura 2.18: Fuente: Página web VideoLAN organization

VLC media player es un reproductor multimedia libre y de código abierto desarrollado por el proyecto VideoLAN. Es un programa multiplataforma con versiones disponibles para muchos sistemas operativos, una de las grandes ventajas que este ofrece, a parte de ser libre, es la reproducción de muchos *codecs* de audio y video sin la necesidad de descarga o instalación de cualquier tipo de archivo además de VLC.

Para recibir el *streaming* de video de la cámara en un computador, es necesario simplemente ingresar la siguiente línea de comando en la terminal:

```
vlc rtsp://DireccionIP:554 -V x11 --rtsp-caching=50
```

La configuración predeterminada para RTSP es de 5000 milisegundos, lo que significa que el video se retrasa 5 segundos, que no es muy práctico, por lo que el comando anterior inicia VLC con un retraso de solo 50 milisegundos.

Si se desea grabar un video, el comando a utilizar es:

```
vlc rtsp://DireccionIP:554 -V x11 --sout file/ogg:<file_name>.mov
```

Es importante resaltar que en el desarrollo del proyecto VLC funcionó solo en algunos computadores, después de una exhaustiva búsqueda, documentación y diferente tipos de pruebas, se llegó a la conclusión que solo versiones inferiores a la 2.0 tienen soporte para el protocolo RTSP.

### 2.3.2. MPlayer

Figura 2.19: Logo MPlayer [16]



Figura 2.20: Fuente:Página web Mplayer Inc

MPlayer es un reproductor multimedia y multiplataforma. Maneja muchos formatos de archivo, y puede reproducir CDs, VCDs y DVDs. MPlayer también incluye MEncoder, el cual es un programa muy poderoso de conversión de vídeo. Tanto MPlayer como MEncoder pueden utilizarse desde la línea de comandos (terminal). MPlayer tiene una interfaz gráfica oficial (gmplayer), sin embargo hay varias interfaces gráficas de terceros que permiten el acceso a algunas de las funciones de MEncoder.

Para recibir y visualizar el *streaming* proveniente de la cámara, simplemente se debe escribir el siguiente comando en una terminal:

```
mplayer rtsp://DireccionIP:554 -vo x11 -zoom
```

Durante la realización de este proyecto, MPlayer funcionó en todos los equipos en los que se realizaron pruebas, esta consistencia en diferentes tipos de plataformas y sistemas operativos fue decisiva a la hora de escoger el programa.

## 2.4. Acceder a la cámara

En algunas ocasiones es necesario acceder a la cámara, manipular los archivos que en ella se encuentran, cambiar los parámetros de inicio de esta, para lograr este objetivo, existen varias formas orientadas a ingresar a la cámara para lograr cualquiera de estos objetivos.

### 2.4.1. Página Web

Desde la página Web hay dos formas sencillas y directas para acceder a los archivos de la cámara, se debe resaltar que muchas veces se busca acceder a la cámara porque hay algún problema con la inicialización de la misma, en este caso estas dos opciones no son posibles.

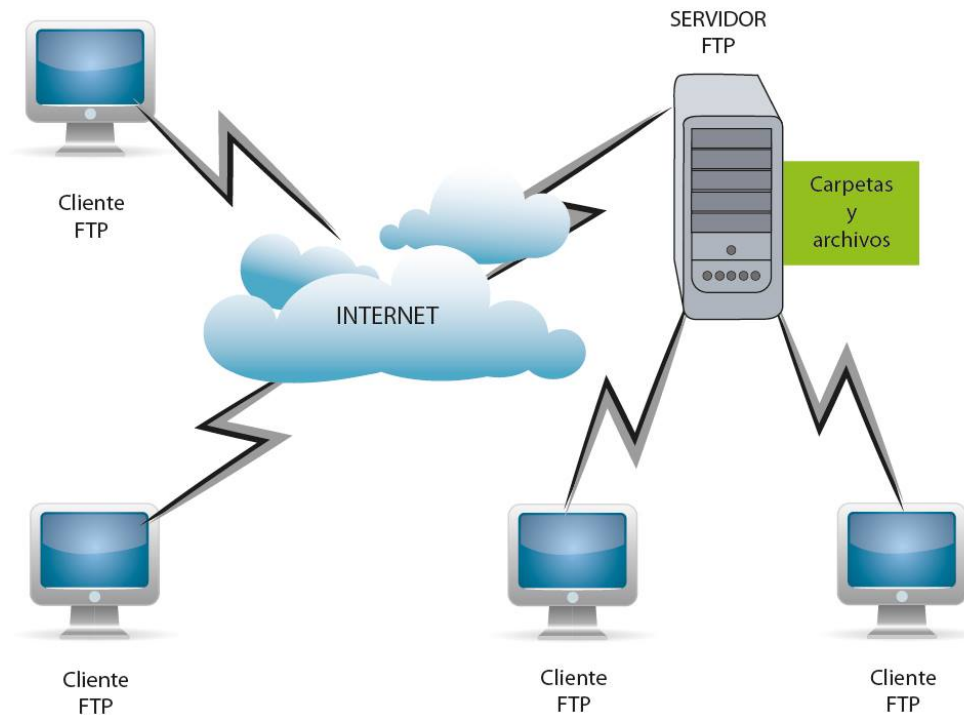
1. Terminal
2. Explorador de archivos / Editor de texto

Aun cuando sea posible conectarse a la página de internet y usar alguna de las opciones anteriores, si la intención es editar y cambiar algún archivo que se encuentre dentro de la cámara, se debe tener conocimientos avanzados en Vi (Editor de textos muy popular en Linux), ya que es el único que viene instalado en la cámara.

### 2.4.2. FTP

FTP (por sus siglas en inglés de *File Transfer Protocol*) es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP (*Transmission Control Protocol*), basado en la arquitectura cliente-servidor. Desde un equipo cliente se puede conectar a un servidor para descargar archivos desde él o para enviarle archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo.

Figura 2.21: Diagrama de conexión FTP



En la figura 2.21 se ve que la conexión de datos es bidireccional, es decir, se puede usar simultáneamente para enviar y para recibir, y no tiene por qué existir todo el tiempo que dura la conexión FTP. Para iniciar la conexión, es necesario instalar un servidor FTP en el dispositivo que se va a conectar con la cámara, dependiendo del sistema operativo y de sus requerimientos, existen diferentes programas que cumplen con las condiciones necesarias. Una vez instalado todo lo necesario y teniendo en cuenta la siguiente información el iniciar el protocolo de transferencias es muy sencillo.

Puerto: 21  
User: root  
Password: pass

### 2.4.3. SSH

SSH (*Secure SHell*) es un protocolo que facilita las comunicaciones seguras entre dos sistemas usando una arquitectura cliente/servidor y que permite a los usuarios conectarse a un *host* remotamente. A diferencia de otros protocolos de comunicación remota tales como FTP o Telnet, SSH encripta la sesión de conexión, haciendo imposible que alguien pueda obtener contraseñas no encriptadas.

Para establecer una conexión mediante SSH es necesario que el equipo que va a funcionar como cliente se encuentre en la misma subred (puede consultar el apéndice A) que el servidor, que en este caso sera la cámara, después de asegurarse de esto, se escribe en una terminal del equipo cliente el comando `ssh usuario@DireccionIP`. Se debe tener en cuenta la siguiente información:

User: root  
Password: pass

### 2.4.4. Serial

Esta forma de acceso a la cámara es probablemente un poco más complicada que las demás, ya que conlleva una conexión física por cable serial entre la cámara y el equipo de computo. Esta opción es recomendada para cuando se presenta algún problema con el arranque de la cámara, ya que usa como apoyo la *10369 board*, la cual crea una conexión directa con el procesador y una vez iniciada la comunicación muestra en el terminal todo el proceso de inicialización de la cámara, lo cual ayuda en la detección de errores que se puedan presentar en este.

Lo primero que se debe hacer es la conexión física, para esto se deben descubrir los conectores de la cámara, estos se encuentran bajo una tapa en uno de los lados. En la figura 2.22 se observan los conectores y el cable serial.

Figura 2.22: Conectores a la *board 10369* y cable serial



Si la conexión se realiza en Windows se debe usar un hyperterminal o una herramienta similar, en Linux se hace uso de una terminal y mediante el comando `minicom` se accesa a la configuración de protocolo y posterior inicio de la comunicación, para esto es necesario tener en cuenta la siguiente información:

Speed: 19200  
protocol: 8N1  
RTS/CTS: None  
XON/XOFF : None

## 2.5. Actualizar el *firmware* de la cámara

Cuando se actualiza una cámara, el *firmware* se vuelve a escribir. Los datos antiguos se borran, y los nuevos toman su lugar. En estos cambios incluirán el kernel de Linux, todos los controladores, aplicaciones, código de la FPGA y páginas Web internas, si se ha modificado en algo los archivos por defecto o se han añadido sus archivos personalizados en la cámara, estos se perderán. Cualquier *software* no estándar debe volver a instalarse una vez que la cámara se ha actualizado.

La ventaja de utilizar el Elphel LiveDVD v2.0.0 para *flashear* la cámara es que todo el *software* necesario está preinstalado y configurado de forma automática. Todo lo que se debe hacer es descargar algunos archivos, y el paquete de *software* LiveDVD se encarga del resto.

1. Se necesitará el Elphel LiveDVD, y un dispositivo USB de almacenamiento de algún tipo.
2. Inicie su PC desde el Elphel LiveDVD.
3. Después de que el PC haya arrancado, se conecta el dispositivo USB y se espera a que el sistema lo reconozca. Una vez que se ha reconocido, una ventana aparecerá preguntando si se desea abrir los contenidos de la unidad en una nueva ventana, clic en "Cancelar". Ahora se necesita que el dispositivo se pueda escribir, para esto, se hace clic derecho en el icono del dispositivo USB, y se elige la opción "mount" en el menú emergente, luego, se hace clic derecho en el icono de nuevo, y se elige la opción: "Change read/write mode". Aparecerá un mensaje que preguntará si realmente desea que el dispositivo se pueda escribir, seleccione "Sí".
4. Ahora se debe hacer clic en el icono del navegador Web "Konqueror", ubicado en la parte inferior de la pantalla. Una vez que este navegador se haya cargado, es necesario descargar la versión

más reciente del archivo de imagen del *firmware* (ejemplo: image353-8.xxtar.gz), disponible en la página de Sourceforge

<http://sourceforge.net/projects/Elphel/archivos> y guardarlo en el directorio principal de su dispositivo USB.

5. También se debe descargar un archivo de actualización para el LiveDVD en [http://downloads.sourceforge.net/elphel/elphel\\_dvd\\_update-1,0.tar.gz](http://downloads.sourceforge.net/elphel/elphel_dvd_update-1,0.tar.gz), esto con el fin de que sea posible actualizar la cámara a la versión 8 del *firmware*. Una vez descargado se debe guardar en el Escritorio:
6. Una vez que el archivo de actualización se ha descargado, se hace clic en el icono "actualización DVD" en el escritorio. Aparecerá un mensaje que indica que después de que la actualización se haya ejecutado, sólo *software* 8.0 o superior podrá ser *flasheado* a una cámara mientras el PC no sea reiniciado. Se debe hacer clic en "Sí" para instalar la actualización.
7. Entonces, para comenzar el proceso de *reflasheo*, sólo se debe arrastrar el icono del dispositivo USB en la parte superior del icono con la etiqueta "Flash Net" (el icono es una fotografía de una cámara con un disco verde en frente de ella). Aparecerán algunas ventanas, se debe poner especial atención a aquella que tiene una lista de cualquier cámara compatible conectada al equipo, y la palabra "botón" en la parte inferior. En este punto, es necesario conectar la cámara por primera vez, y ponerla en modo de 'net-boot'. Es posible que se le pregunte sobre qué dispositivo Ethernet (eth0, eth1, ...) al que la cámara está conectada, se debe elegir la correcta, de lo contrario se debe reiniciar el sistema knoppix una segunda vez para que pueda elegir otra.
  - NOTA: Para poner la cámara en el modo de "net-boot", se debe conectar el cable CAT-5 en la cámara y contar hasta tres, luego retirar el cable y contar hasta tres de nuevo, este proceso se debe repetir por lo menos cinco veces. Si esto se hace correctamente, entonces cuando el cable esté conectado por última vez, a los pocos segundos el LED del conector de red de color amarillo se iluminará sólido, y el LED del conector de red verde estará parpadeando muy rápido (mucho más rápido de lo normal). Esto indica que la cámara está correctamente en el modo "net-boot" y está listo para volver a grabar. Si el LED no se enciende, o se enciende el LED amarillo se ilumina y el LED verde parpadea lentamente o en absoluto, desconectar la cámara durante unos diez segundos, y comenzar la secuencia de enchufe / desenchufe de nuevo.
8. Una vez que la cámara se conecta al equipo en el modo de "net-boot", puede hacer clic en el botón "Ok". A partir de aquí el proceso de *reflasheado* es automático, hasta que aparece un mensaje solicitando que la cámara se reinicie, lo cual se hace desconectando el cable CAT-5, y luego volviéndolo a conectar, una vez este proceso se complete aparecerá un mensaje que indica que el *reflasheado* ha sido un éxito.

# Capítulo 3

## Servidor Web

Un servidor Web es un programa que ejecutado en un *hardware* específico, permite brindar a uno o a muchos usuarios servicios Web que dependiendo del servidor, sus complementos y su sistema puede ejecutar una gran variedad de posibilidades desarrolladas a lo largo de la evolución informática, entre ellas se encuentran peticiones de páginas Web, ejecución de scripts descritos en diferentes lenguajes, monitoreo y control de datos, es decir pueden ejecutar una gran cantidad de servicios específicos y mezclas entre ellos. Las ejecuciones y requerimientos de cualquier tipo que tenga que ver con el servidor pueden ser ejecutados de lado del servidor, esto ocurre físicamente en el equipo que contenga el programa, o puede ser ejecutado de lado del cliente el cual puede ser cualquier usuario que haga algún tipo de requerimiento en el sistema del servidor. Cuando se quiere ofrecer algún servicio mediante un servidor se tienen dos opciones

- Se puede contratar una empresa que ofrezca el servicio, por un pago entrega espacio en un servidor remoto en el que garantizan condiciones idóneas de funcionamiento y gran ancho de banda para aumentar la capacidad de usuarios que puedan acceder, cada empresa específica los servicios y los lenguajes que son soportados, debido que es remoto el proveedor del servicio entrega como datos una IP, usuario y contraseña de la sección adquirida y con cual mediante un servidor FTP en nuestro ordenador se carga todo tipo de archivos que configuran el servicio que se quiere entregar.
- Se puede adquirir un servidor o configurar un ordenador como servidor, se debe tener en cuenta las capacidades de procesamiento del ordenador, el ancho de banda de su conexión a la nube y el tiempo en el que estará funcionando, si todas estas características cumplen los requerimientos mínimos para el tipo de servicio a ofrecer entonces se puede instalar el servidor en el ordenador con los complementos deseados.

### 3.1. Tipo de servidor

Para el tipo de servicio que se quiere ofrecer con este proyecto, que incluye manejo remoto de algunos elementos, se debe tener la posibilidad de ejecutar archivos del lado del servidor lo que es complicado cuando se contrata el servicio de una empresa ya que por seguridad no se debe tener acceso a sus directorios debido a que esto conlleva a posibilidades de desconfiguración y riesgo de ingreso a

datos de otros usuarios y servicios alojados en el mismo servidor o en su misma subred, por esto se determina para este proyecto el uso de un servidor o la instalación en un ordenador que cumpla los requerimientos de computo mínimos al cual sea posible controlar fácilmente en su ejecución.

## 3.2. Posibles servidores

Debido al tipo de desarrollo a implementarse en el servidor y teniendo en cuenta que en la ejecución en Windows se recomienda usar cuando se requiera el uso de tecnologías como ASP, ASP.net, Access por otro lado en Linux son robustas descripciones en lenguaje C, PHP, Perl o Mysql el cual está optimizado para todos sus servidores, además presenta una gran fiabilidad generada en sus años de desarrollo, alta funcionalidad, bajo costo como solución a largo plazo, permite una fácil conversión a otros sistemas, presenta características de alta seguridad, ofrece un excelente control sobre la navegación y el contenido manteniendo un alto desempeño, además por políticas de *software* libre de este proyecto se determinó usar un servidor de esta clase (*open source*) que se puede ejecutar en cualquier plataforma de Linux. Entre los servidores más comunes y comerciales que corren en Linux se encuentran:

- **Apache HTTP Server:** Lanzado en 1995 es el servidor más popular en la Web, tiene mayor prevalencia el uso sobre sistemas Unix pero también es soportado en plataformas Windows y Mac, se ha determinado que aproximadamente el 60 % de los dominios Web son de este servidor. Es compatible para lenguajes Perl, Python y PHP. EL servidor presenta una gran versatilidad al estar configurado de forma modular lo que permite agregar o quitar funcionalidades según el usuario lo requiera.
- **Nginx:** Lanzado al público relativamente hace poco en el 2002, escrito por Igor Sysoev, actualmente según Netcraft el 14.08 % de los dominios Web son Nginx teniendo una gran aumento desde el 2009, es un servidor ligero y puede servir como un acelerador proxy inverso, presenta también aceleración para captura FASTCGI, uwsgi, y SCGI, arquitectura modular, tiene un alto estándar de rendimiento en cuanto a manejo de clientes al mismo tiempo llegando a una cifra de 10000, lo hace usando una arquitectura impulsada por eventos asíncronos, soporta servidores virtuales basados en el nombre y basados en la IP, FLV y MP4 streaming, lenguaje Perl embebido y puede ser reconfigurado y actualizado sin la interrupción del servicio al cliente.
- **Lighttpd:** Es considerado el tercer servidor más usado, fue lanzado en el 2003 y se estima que es usado por menos del 1 % de los usuarios de servicio Web, se ejecuta en Unix y Linux, se autodenomina seguro, rápido, complaciente con las necesidades del usuario y flexible, es un servidor liviano con alto estándar de rendimiento usando una arquitectura impulsada por eventos asíncronos, es la solución para los servidores que sufran problemas de carga de datos. Este servidor es el que está embebido en la cámara Elphel usada en este proyecto.
- **Cherokee:** Es un servidor que presenta una agradable interfaz de usuario, el más rápido y flexible, publicado hace poco tiempo en el 2010 bajo licencia GNU y es compatible además de Linux con Mac y Windows. Soporta lenguajes tan populares como FastCGI, SCGI, CGI, SSI y TLS/SSL, puede funcionar como servidor virtual, posee balance de cargas, es compatible con los archivos de registro de Apache, equilibra las bases de datos, se puede hacer actualizaciones y aplicarlas sin reiniciarlo, también puede ofrecer descargas seguras con la generación de URL temporal, se proyecta en aumento su uso por sus características óptimas.

- **HTTP Explorer:** Está especialmente diseñado para servir archivos a través del protocolo HTTP, esta en el mercado desde el 2006 bajo la licencia GNU, es compatible con Windows en varios idiomas. Tiene la facilidad de compartir fotos, música y videos de una manera sencilla, incluso se puede seleccionar carpetas y archivos a compartir, los datos pueden ser accedidos sin una aplicación requerida para el cliente, posee algunos modos de *display*, tiene servicio de búsqueda por filtros en la interface Web, filtra IP, compatible con todos los navegadores, las imágenes se pueden ver en miniatura y la música puede ser reproducida según las compatibilidades del navegador.
- **HFS HTTP File Server:** Diseñado para enviar y recibir archivos mediante HTTP, cuenta con una interfaz sencilla, lanzado en el 2009 con licencia GNU , es un archivo ejecutable en 32 bits, tiene compatibilidad con Windows o en Linux mediante Wine, es diferente del envío clásico de archivos porque usa tecnología Web para tener mayor compatibilidad, permite todo tipo de carga y descarga de archivos multimedia a un usuario, cuenta con sistema virtual de archivos, cuenta con la autenticación de cuentas de usuario, control de ancho de banda y actualización dinámica de DNS evitando usar otro servidor con este propósito específico.

Realizando un análisis de las diferentes posibilidades y características que brinda cada servidor se consideró Apache HTTP Server como el más adecuado por su soporte, configurabilidad y su gran difusión lo que lo hace compatible con casi todos los sistemas operativos. Al ser una tecnología libre y abierta podremos ver con detalle su código sin ningún problema y hacer modificaciones sin inconvenientes. En la actualidad existe una gran cantidad de módulos que podemos agregar libremente por lo cual se hace práctico, personalizable y a medida, posee archivos de configuración en ASCII lo que significa una representación sencilla y una edición con un programa de texto plano, puede ser administrado por su línea de comandos lo que permite una configuración de forma remota.

# Capítulo 4

## Análisis y elección del *hardware* del servidor

Teniendo en cuenta las características del esquema físico que debe tener el montaje final, las políticas de *software* y *hardware* libre de desarrollo de este proyecto además de la portabilidad, precio y capacidad de cómputo respecto al número de usuarios que atenderá, se determinó el uso de un pico computador configurado como servidor el cual ejecutará los procesos y servicios requeridos. El término pico computador es definido por nosotros mismos debido a que es una nueva tecnología y aún no tiene un referente para referirse a ellos, este nombre se determinó llevando una continuidad de los nombres asignados a tecnologías anteriores.

### 4.1. Pico Computador

Un pico computador hace referencia a un sistema computacional de propósito general el cual contiene diferentes elementos embebidos que pueden variar según el tipo de pico computador y fabricante, pero se mantienen unos dispositivos esenciales para su funcionamiento como lo son un microprocesador (CPU), memoria RAM y periféricos de entrada y salida ya que son el núcleo esencial de una dinámica de cómputo.

El uso de un tipo específico de pico computador es determinado por sus elementos no esenciales que posea y que vayan en concordancia con las características de funcionamiento que se requiera en una aplicación específica que puede ser de tipo matemático, gráfico, de datos y de muchas otras clases teniendo en cuenta la versatilidad que ofrece un computador. Las empresas fabricantes de los pico computadores para obtener un resultado óptimo en tamaño y eficiencia hacen uso de tecnologías de vanguardia en sus prototipos y desarrollos, todos estos sistemas tienen en común el uso de microprocesadores de arquitectura ARM en sus diferentes versiones, debido a que las principales características de este tipo de arquitectura es que es de tipo RISK (*Reduced Instruction Set Computer*) lo que se ve reflejado físicamente en un tamaño pequeño, son ideales para aplicaciones de baja potencia por su relativa simplicidad, hecho que incrementa su utilización para dispositivos portátiles. Las empresas fabricantes de dispositivos deben comprar una licencia ARM para luego poder diseñar sus procesadores basados en esta tecnología, debido a esto las compañías deben dar un salto definido al decidir implementar chips de este tipo. En la actualidad Android es un sistema que corre en arquitectura

ARM, esto representa una gran cantidad de dispositivos móviles y teniendo en cuenta que Apple usa esta tecnología en el Iphone y Ipad lo que representa prácticamente todos los dispositivos inteligentes móviles en el mercado.

Para aumentar la posibilidad de desarrollos los sistemas operativos han trabajado en desarrollar sus sistemas comerciales estándar ampliamente difundidos en versiones ARM para dispositivos portátiles y para dispositivos móviles. Linux principalmente tiene disponible una gran cantidad de versiones de sus sistemas operativos en arquitectura ARM incluyendo las distribuciones más usadas como lo son Android, Arch Linux, Debian, Fedora y Ubuntu.

Las marcas de pico computadores más conocidas comercialmente son Raspberry, Beagleboard y Odroid, cada una de ellas con diferentes características específicas en términos de periféricos de entrada y salida como audio, video, pines de propósito general entre otros. Cada una de ellas posee diferentes capacidades memoria y cómputo, lo cual se evidencia de forma proporcional en su precio.

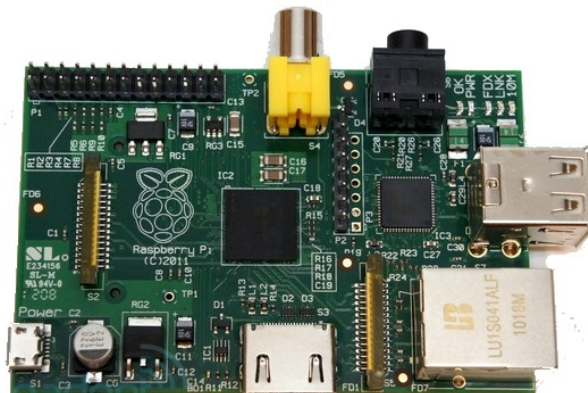
#### 4.1.1. Sistemas computacionales

Hay diversos sistemas muy versátiles con características específicas que se pueden adquirir comercialmente a costos relativamente bajos, los más relevantes son los siguientes:

##### Raspberry Pi

Raspberry pi es un sistema diseñado desde su inicio como un placa computacional de bajo costo con fines educativos, su valor comercial esta entre \$US 25 y \$US 35, posee un procesador ARM1176JZF-S a 700MHz, un procesador gráfico (GPU), 512MB de memoria RAM, su tamaño es de 3,370" x 2,125", salida de video HDMI, trabaja a una alimentacion de 5VDC, soporta sistemas operativos como debian(Raspbian), Fedora(Pidora), Arch Linux y Slackware Linux.

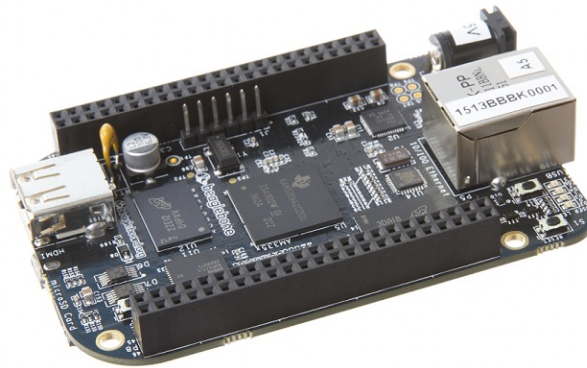
Figura 4.1: Raspberry pi [14]



## BeagleBoard

El ultimo sistema generado por BeagleBoard es la BeagleBone Black, el precio de venta sugerido por el fabricante es de \$US 45, entre sus características principales cuenta con un procesador AM3359 ARM cortex-A8 de Texas Instruments que trabaja a 1GHz, memoria RAM de 512MB DDR3, memoria Flash embebida MMC de 2GB, su tamaño de de 3,4" x 2,1", constituida por seis capas, y trabaja a una alimentación de 5VDC, puerto serial UART, conector ethernet RJ45, salida de video HDMI 1280x1024, soporta sistemas operativos como Ångström Linux, Android, Ubuntu, Cloud9, IDE on Node y muchos más.

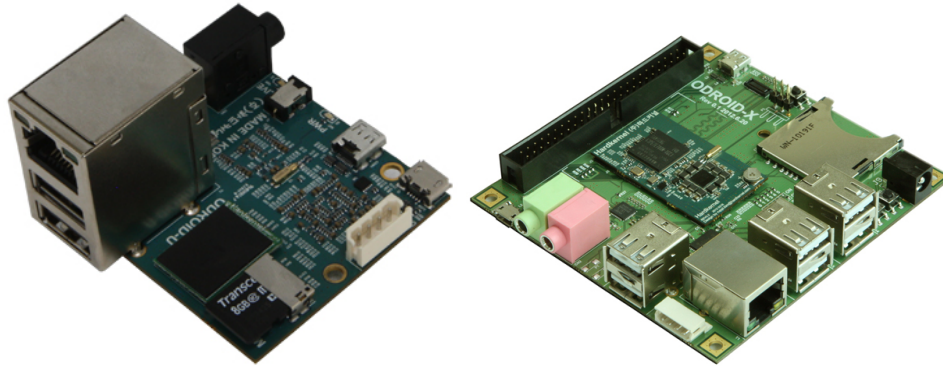
Figura 4.2: BeagleBone Black [3]



## Odroid

Los sistemas de Odroid son construidos por Hardkernel principalmente como consola portátil de videojuegos desarrollados en Android, debido a esto pueden ser usados sistemas operativos Linux, su valor comercial esta entre \$US 69 y \$US 135, son plataformas de bajo costo con procesador de cuatro núcleos ARM cortex-A9 que trabajan entre 1.4 y 1.7 GHz dependiendo del tipo de prototipo, contienen puerto Ethernet, USB de alta velocidad, salida de video HDMI y se alimentan a 5VDC.

Figura 4.3: Odroid familia U (izquierda) y Odroid familia X (derecha) [12]



## 4.2. Elección del sistema

De los posibles sistemas de desarrollo computacional se adquirió el sistema de Hardkernel Odroid U2 por sus características de rendimiento y cómputo, sus periféricos adecuados para el objetivo final de este sistema, su gran portabilidad y versatilidad en términos de sistemas operativos aún cuando su propósito de fabricación sea como consola de video juegos de alta definición. Este pico computador posee un microprocesador Exynos4412 Prime cortex-A9 de cuatro núcleos a 1.7 GHz con POP (*package on package*) una memoria RAM de 2GB LPDDR2 (low power DDR), dos puertos USB 2.0 y puerto Ethernet con estándar HSIC(estandar USB), también cuenta con un códec de audio de alto rendimiento y plug de audífonos, protección contra sobretensiones y sobrecorrientes, posee un acondicionador y puerto HDMI, ranura para tarjeta Micro-SD y modulo conector de eMMC, cuenta con un micrófono digital omni direccional y entrada de alimentación 5V/2A. Para tener una percepción global acerca de los componentes de este sistema el fabricante suministra un diagrama de bloques del procesador y sus periféricos como se observa en la figura 4.4

Este dispositivo incluye un disipador de calor el cual aparte de cumplir su trabajo ofrece protección a la tarjeta y robustez física al sistema, el ensamble es el mostrado en la figura 4.5.

## 4.3. Configurar sistema operativo en Odroid U2

Este dispositivo puede correr Android y varios sistemas operativos de Linux que tengan una arquitectura ARMhf (ARM hard float), que hace referencia a la arquitectura ARM con *hardware* adicional llamado VFP (vector float point) el cual es un coprocesador extensión de la arquitectura ARM que provee precisión sencilla, precisión doble y punto flotante. Para nuestro caso el sistema será inicializado

Figura 4.4: Diagrama de bloques Odroid U2 [12]

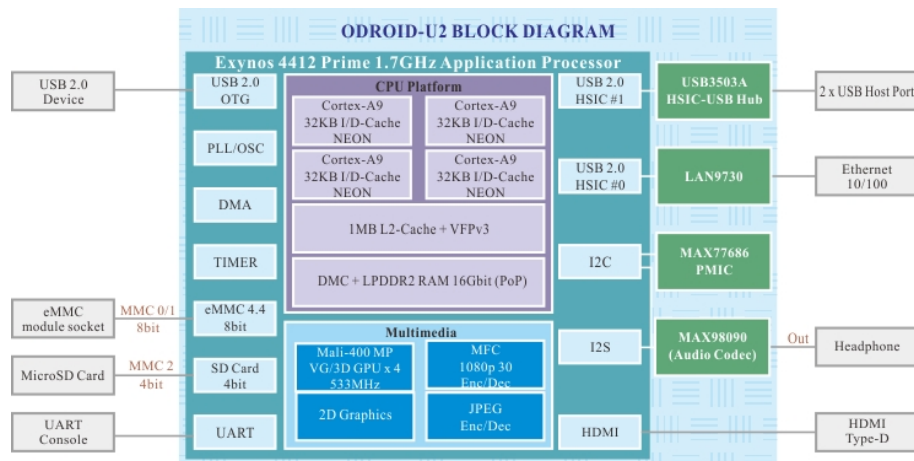


Figura 4.5: Sistema odroid U2 con disipador [12]



desde la memoria micro-SD, hecho por el cual en ella se debe montar el sistema operativo que se desea lanzar. El sistema operativo seleccionado deberá contar con una imagen montada previamente por un desarrollador y específicamente compilada para pico computador odroid U2, así se cuenta con la configuración y funcionamiento de todos o la mayoría de sus periféricos.

## Descargar sistema operativo

Por el hecho del poco tiempo que la arquitectura ARMhf ha estado en funcionamiento por el momento hay pocos desarrolladores y sistemas trabajando en esta plataforma, Odroid cuenta con un foro oficial(<http://forum.odroid.com/>) para intercambiar conocimientos, experiencias, solucionar problemas y poder generar desarrollos con base en esta plataforma. Uno de los desarrolladores que tienen documentación robusta es Osterluk, este es su nombre en el foro oficial y en su propia página (<http://odroid.us/mediawiki/index.php?title=MainPage>), ofrece imágenes para Odroid U2 clasificadas por países, ciudades o continentes para que el usuario escoja la que mejor se adapte a el, la diferencia entre estas es la configuración del sistema operativo, como el teclado, idioma y demás características, también ofrece información general, tópicos de arranque, scripts útiles, tutoriales, además técnicas y tips en general, pero no es el único, cada persona que decida usar este dispositivo puede elegir libremente desarrollador, sistema con el que se sienta más cómodo y el que mejor se adapte a sus necesidades, si es su preferencia puede compilar desde cero el sistema operativo.

Para este caso vamos a usar una imagen del sistema operativo de Linux, Debian Wheezy, debido a su esfuerzo por generar sistemas estables y de alto rendimiento en una mayor proporción que su distribución similar de Ubuntu.

De todas las distribuciones posibles ofrecidas por Osterluk la del servidor en USA es que nos brinda mayores posibilidades en cuanto a distribuciones Debian para el pico computador, al ingresar a este servidor y elegir Odroid U2 y posteriormente Debian, aparece una lista de los archivos disponibles de las diferentes versiones. Navegando en estos archivos y en las carpetas que ahí se puedan encontrar, se observan diferentes tipos de archivos para cada distribución como lo son los archivos .img comprimidos que representan la imagen del sistema, archivos md5sum de comprobación al montar la distribución al sistema de almacenamiento, archivos *rootfs* y *boots* que son las particiones constitutivas de cualquier sistema operativo en el pico computador Odroid U2. La opción seleccionada por su sencillez y globalidad es descargar la imagen comprimida ya que esta contiene todo el sistema dentro. Se seleccionó el archivo *debian-wheezy-gnome-6.1.img.xz* por su entorno gráfico Gnome debido a que es sencillo y de muy fácil manejo, el archivo tiene un tamaño de 1.2GB, cuando se descargue por completo se debe verificar su tamaño ya que es susceptible a fallas y al final es posible tener un archivo de tamaño inferior y que carece de funcionalidad.

## Montar sistema operativo

Montar la imagen es una tarea sencilla si se cuenta con las herramientas adecuadas, hay muchas formas de montar la imagen en un dispositivo de almacenamiento, a continuación abordaremos la más sencilla:

1. Para iniciar se debe contar con un computador que tenga ranura para leer memoria SD en la cual se introducirá la micro-SD mediante un convertidor y esta debe tener un formato que reconozca el sistema donde se este trabajando.
2. Se debe descomprimir la imagen descargada con cualquier programa que reconozca el tipo de archivo comprimido que en este caso es .xz y se obtendrá un archivo .img
3. Dependiendo del sistema operativo si es Windows se usa Win32DiskImager.exe que es un ejecutable que no necesita instalación, si es Linux la herramienta ImageWriter puede ser instalada desde el centro de *software* o cualquier gestor de paquetes y permitirá montar la imagen al dispositivo de almacenamiento.

4. En cualquiera de las herramientas se deben seleccionar dos ítems, el primero es el archivo que se debe montar que en este caso es `debian-wheezy-gnome-6.1.img`, y el segundo es el medio de almacenamiento donde se montará, se debe tener precaución con escoger el dispositivo externo y no uno interno para evitar daños en el ordenador que se use.
5. Al escoger la opción escribir se iniciará la ejecución que tardará unos minutos dependiendo del tipo de memoria micro-SD ya que este indica el número de Kbits de transferencia mínimos por segundo, el fabricante del sistema recomienda usar una memoria tipo 10 o mayor, al finalizar la memoria estará lista para su ejecución.

### Ejecutar sistema operativo

Para ejecutar el sistema operativo se introduce la memoria micro-SD en la ranura correspondiente, se conecta un monitor al puerto mini-HDMI, en los puertos USB lo más común es conectar *mouse* y teclado y si se tiene la disponibilidad se conecta a internet cableado mediante el puerto Ethernet, existen algunos módulos como el de conexión inalámbrica a internet, comunicación serial UART a USB entre otros que se pueden adquirir con el fabricante pero depende de las preferencias de cada usuario, por último se energiza a 5VDC, el led PWR debe encenderse de color rojo y mantenerse así, el led a la derecha azul ALIVE deberá parpadear, esto simula los latidos del corazón lo que indica que el sistema está ejecutándose correctamente, si todo esto esta bien en unos pocos segundos debe aparecer la pantalla de inicio que requerirá el usuario y contraseña para poder iniciar sesión, estos datos deben ser entregados por el desarrollador, en este caso el usuario y contraseña son:

Usuario: user

Contraseña: password

Al ingresar se obtendrá la funcionalidad completa de un ordenador, se debe tener en cuenta que al no poseer un disco duro y sistema completo la hora y fecha puede descuadrarse y debido a esto no tendrá acceso a internet. Si no puede inicializar adecuadamente el pico computador Odroid U2 revise las posibles causas de mal funcionamiento en la sección 4.3 en la página 40.

### Posibles causas del mal funcionamiento

Las posibles causas de un funcionamiento defectuoso pueden ser diversas, desde problemas de *hardware*, mala configuración o problemas de *software*, a continuación se enunciarán las principales causas del mal funcionamiento con base en la experiencia adquirida en el tiempo de trabajo con el pico computador Odroid U2, y se explicarán las soluciones logradas para obtener un sistema funcional. Las posibles causas serán enunciadas en relativo orden de importancia:

- Como primera medida se debe revisar la correcta alimentación del sistema revisando el led PWR que este encendido de una manera constante y estable.
- El led ALIVE debe estar parpadeando con una frecuencia constante ya que esto nos indica que el sistema operativo está corriendo correctamente. Si este led no ilumina correctamente se acota el problema al sistema operativo. Se debe tener en cuenta que luego de tener la imagen del sistema operativo montada en la memoria micro-SD deberá tener dos particiones, una *boot* y otra *rootfs* en las que se encuentran los archivos de arranque y carpeta raíz del sistema operativo

respectivamente, si no se cuenta con estas dos particiones puede ser alguno de los siguientes motivos:

1. El proceso de grabado a la memoria no se llevo a cabo adecuadamente por algún fallo durante su ejecución como la mala conexión de la memoria o algún problema del ordenador que se use, esto se soluciona grabando la imagen de nuevo con mayores precauciones.
  2. Se usó una imagen diseñada para otro sistema de cómputo lo que obligaría a descartarlo y buscar otro archivo que corresponda al pico computador Odroid U2.
  3. Se tiene una mala conexión al insertar la memoria micro-SD a la Odroid U2, para esto se debe revisar un pequeño dispositivo mecánico que ajusta la memoria al sistema y garantiza la correcta conexión de todos sus pines.
- Si el led ALIVE está parpadeando correctamente el problema significa que el sistema operativo esta corriendo correctamente pero si no se tiene una señal en el monitor puede ser por algunos de los siguientes motivos:
1. Esta corriendo un sistema operativo para la familia de pico computadores Odroid pero no específicamente U2, esto hace que el procesador ejecute tareas correctamente pero no se podrá comunicar con sus periféricos, para esto se debe montar de nuevo una imagen correspondiente al sistema odroid U2.
  2. La conexión del cable HDMI no está haciendo un buen contacto con el pico computador o con el monitor, también para monitores que tienen múltiples entradas se debe verificar que este activado el canal HDMI al que se tenga conectado el pico computador.
  3. El sistema operativo puede estar corriendo correctamente y puede ser el sistema específico correcto, pero puede no tener configurados sus periféricos, el más común es no tener activo un servidor ni entorno gráfico o su salida por el puerto HDMI, esto se puede resolver de la siguiente manera:
    - a) Para asignar una IP fija, en un ordenador se ingresa la tarjeta de memoria y dentro de la partición roofts se encuentra el directorio raiz, allí se configura la ip fija como lo indica el Apéndice B.1 IP fija y se configura una direccion ip de nuestra subred para poder tener conectividad con este dispositivo.
    - b) Se debe cambiar la dirección DNS ya que se necesita tener conexión a internet para desarrollar cualquier tipo de instalación en el sistema, se realiza como lo indica el Apéndice B.1 DNS.
    - c) Se conecta el pico computador y como el sistema operativo esta ejecutándose correctamente podemos conectar un ordenador a la misma subred y se puede iniciar una sesión Telnet o SSH debido que conocemos su usuario, contraseña y posee una IP fija conocida, ya con esto realizado se tiene acceso a una terminal del sistema operativo que se ejecuta en el pico computador.
    - d) Luego de tener conexión a la red y una sesion remota debemos actualizar los repositorios ejecutando en la terminal el comando `sudo apt-get update` .
    - e) Se debe instalar Xorg que es el servidor gráfico que será el motor que permitirá la interacción gráfica entre el usuario y el sistema, esto se lleva acabo con el comando `sudo apt-get install xorg` .

- f) Después de tener el motor gráfico se debe elegir el entorno que se quiera usar, esto depende del gusto y las preferencias del usuario, en este caso se explicará Lxde pero de una manera similar se realiza con cualquiera. Se realiza con el comando `sudo apt-get install lxde`, luego se debe configurar para lanzar el entorno con `startx`, para ello se debe ingresar una sentencia al archivo de ejecución, esto se hace ejecutando en terminal el comando `echo "exec startlxde" >> ~/.xinitrc`
- g) El puerto HDMI debe estar correctamente configurado, esto se hace en el directorio `/etc/X11/` en el archivo `xorg.conf`, con un editor de texto y permisos de superusuario se verifica la existencia de la siguiente configuración:

```
Section "Device"
    Identifier "FBDEV"
    Driver "fbdev"
    Option "fbdev/dev/fb6"
EndSection
```

```
Section "Screen"
    Identifier "Default Screen"
    Device "FBDEV"
    DefaultDepth 16
EndSection
```

- h) En este punto ya se tiene todo el entorno gráfico configurado, solo resta ejecutar el motor gráfico ejecutando en el terminal `startx`, se debe ver que se lanza y se ejecuta correctamente, se reinicia el pico computador con un monitor HDMI adecuadamente conectado y se obtendrá el entorno gráfico ejecutándose de manera correcta.

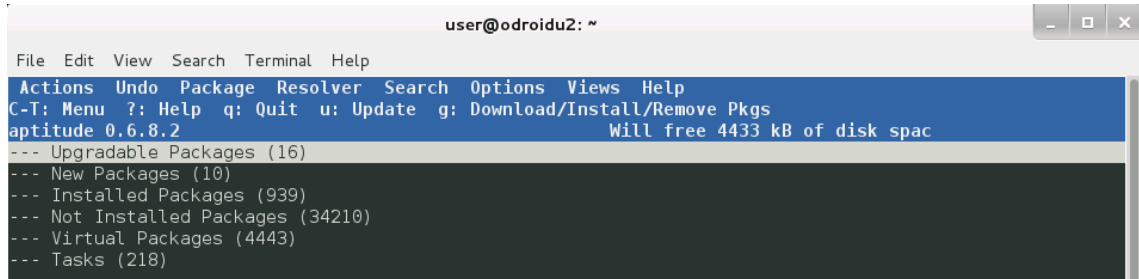
# Capítulo 5

## Instalación servidor Web

Para realizar la instalación del servidor en el sistema operativo se debe tener en cuenta las características que posee el sistema que fue montado, es importante saber si cuenta con programas de video, música, editores de texto, gestores de paquetes, entornos de configuración y demás, así que lo primero debe ser hacer un reconocimiento de todo el sistema en general, a continuación se describirá como instalar el servidor Apache usando las interfaces que se consideran las más adecuadas. Se asume que al conectar el sistema a cualquier red este tiene configurado un protocolo DHCP que asignará una IP adecuada para tener conectividad a la red, si esto no ocurre, consulte como configurar su sistema en una red para tener acceso a internet.

1. La instalación de cualquier tipo de programa o paquete se recomienda llevarla a cabo con el gestor de paquetes Aptitude que se ejecuta con el comando `sudo aptitude`, en caso de no tenerlo instalado se podrá hacer ejecutando en una terminal `sudo apt-get install aptitude`, cabe resaltar que cualquier programa o paquete puede ser instalado desde terminal ingresando `sudo apt-get <nombre del paquete >` pero Aptitude representa una mayor robustez en cuanto a que muestra los paquetes disponibles incluso los de un *backport* y los clasifica por grupos según su estado, adicional a esto cuando se selecciona una instalación Aptitude advierte si hay incompatibilidad con algún otro paquete y ofrece las posibles soluciones para que el usuario escoja la que mejor se adapte a sus necesidades, la ventana principal de Aptitude presenta un menú de navegación en su parte inicial, seguido trae acciones específicas y algunas convenciones de los comandos a ejecutar mediante el teclado, luego de esto aparecen pestañas que indican una característica o descripción del proceso en el que se encuentra, en la parte principal muestra los paquetes organizados por grupos o el resultado de una búsqueda, y al final describe las utilidades del paquete que se tenga seleccionado, a continuación se muestra su ventana principal figura 5.1 .
2. Como no se tiene conocimiento de que tan reciente es el sistema operativo montado lo primero será hacer una actualización de sus paquetes, esto se realiza abriendo un terminal y ejecutando `sudo apt-get update`, pueden ocurrir varias cosas, puede salir un mensaje que muestra el tamaño de la actualización y pregunta si desea hacerla y pide seleccionar S/N, ahí se escoge la opción S para efectuar la actualización, otra posibilidad es que informe de no encontrar paquetes nuevos cuyo significado es que el sistema posee su última versión, y por último podrá generarse un error de descarga debido a no tener conexión a la red, para tal caso se debe configurar una conexión

Figura 5.1: Ventana principal Aptitude



adecuada y luego volver a ejecutar el comando de actualización, o en APTITUDE se ejecutara pulsando la letra u en el teclado.

- Es de gran importancia tener el editor de texto con el que se sienta cómodo y se tenga manejo debido a que usará para modificar algunos archivos de configuración y si se realiza un cambio no deseado se puede desconfigurar gravemente el sistema, en este caso se usará el editor vim, para su instalación en aptitude se procede con la tecla / y se abrirá una ventana, ahí se ingresa el criterio de búsqueda que en este caso es vim y con enter ejecuta la búsqueda, en caso de que el primer resultado no sea el deseado de nuevo con la tecla / y Enter, el sistema buscará la siguiente coincidencia, cuando se tenga este paquete seleccionado con la tecla + se marca su instalación y se ejecuta con la tecla g, allí mostrará un detalle de las acciones a realizar y de nuevo con la tecla g procede a hacer la descarga e instalación.
- Para el papel que desempeñará el servidor necesitará contar con versiones actuales para VLC y mplayer así que se debe proceder a realizar la búsqueda, seleccionar los paquetes que llevan el mismo nombre y ejecutar la instalación, al marcar el paquete principal(paquete con el mismo nombre del programa) aptitude selecciona automáticamente la instalación de sus dependencias para obtener una aplicación funcional con la configuración por defecto para cada programa, a continuación se presenta una figura que muestra los paquetes principales seleccionados antes de proceder a su instalación.

Figura 5.2: Paquetes principales seleccionados

pi	vim	+1201 kB	<none>	2:7.3.547-7
pi	mplayer	+4457 kB	<none>	2:1.0~rc4.dfsg
pi	vlc	+2407 kB	<none>	2.0.3-5

- En este momento realmente se instalará el servidor Apache y su soporte para PHP, esto se realiza en APTITUDE con el proceso que ya se ha descrito, instalando los paquetes apache2 que presenta el núcleo básico del servidor y php5-cgi, php5-cli, php5-common y libapache2-mod-php5, este último puede generar problemas de dependencias, para esto puede consultar el apéndice D, estos paquetes representan el reconocimiento y soporte para PHP incluyendo la posibilidad de ejecutar

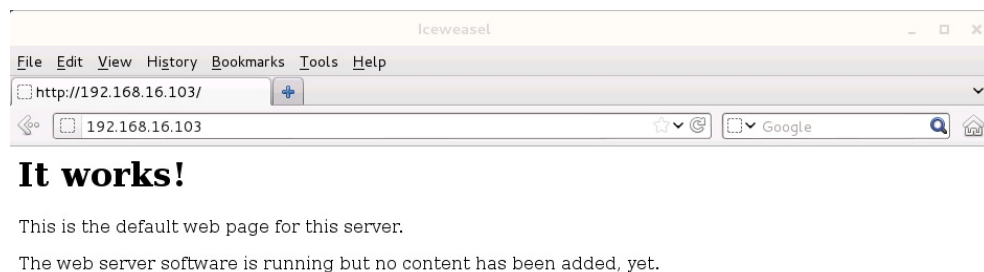
*scripts CGI*, en la figura 5.3 se presentan los paquetes seleccionados a instalar, los que poseen fondo verde son paquetes que no están siendo seleccionados por el cursor de usuario pero que el programa los marcó automáticamente para su instalación.

Figura 5.3: Paquetes del servidor seleccionados

pi	apache2	+29.7 kB	<none>	2.2.22-13
pi	php5-cgi	+12.3 MB	<none>	5.4.4-14+deb7l
pi	php5-cli	+6176 kB	<none>	5.4.4-14+deb7l
piA	php5-common	+853 kB	<none>	5.4.4-14+deb7l

- En este momento el servidor se encuentra ejecutándose adecuadamente, para comprobar su funcionamiento debemos conocer la IP de nuestro computador (Apéndice B.2 IP actual). En cualquier navegador en la URL ingresamos la dirección IP de nuestro computador y deberá aparecer un mensaje que trae Apache por defecto que nos mostrará la página Web predeterminada para ese servidor, la cual nos indica que no ha sido agregado ningún contenido y está trabajando adecuadamente (figura 5.4).

Figura 5.4: Servidor emitiendo adecuadamente



- El servidor posee un Document Root, lugar en el cual el servidor carga inicialmente las páginas index y enlaza a cualquier tipo de archivo Html, PHP y demás lenguajes de páginas Web para el cual se haya configurado, en este caso del servidor Apache por defecto se encuentra en `/var/www` pero en sus archivos de configuración se puede cambiar modificando el directorio en modo texto (Apéndice C.1 Configuración por defecto).
- Para cambiar el puerto de emisión se debe reconfigurar dos archivos de texto plano, se realizará con el editor Vim por medio de una terminal, se determinó un puerto superior al 1023 para la emisión de este servidor siendo seleccionado el 5000.
  - En el directorio `/etc/apache2/sites-enable/000-default` donde `000-default` corresponde al archivo que se editará, dentro de él en la línea `virtualhost*.80` se cambia por `virtualhost*.5000` y se guardan los cambios.

- En el directorio `/etc/apache2/ports.conf` donde `ports.conf` se debe editar en la línea `namevirtualhost*.80` por `namevirtualhost*.5000` y dentro el mismo archivo en la línea `listen 80` por `listen 5000` y se guardan cambios
- Se reinicia el servidor ejecutando en una terminal `sudo /etc/init.d/apache2 restart`, si no se ejecuta con éxito con el reinicio del sistema se soluciona el inconveniente y se obtendrá el servidor emitiendo su servicio por el puerto 5000.

Los comandos y el proceso en la terminal del cambio de puerto y reinicio se pueden observar en la figura 5.5

Figura 5.5: Comandos de edición y reinicio del servidor

```

user@odroidu2: ~
File Edit View Search Terminal Help
user@odroidu2:~$ sudo vim /etc/apache2/sites-enabled/000-default
user@odroidu2:~$ sudo vim /etc/apache2/ports.conf
user@odroidu2:~$ sudo /etc/init.d/apache2 restart
[....] Restarting web server: apache2apache2: Could not reliably determine the server's fully qualified do
main name, using 127.0.0.1 for ServerName
... waiting apache2: Could not reliably determine the server's fully qualified domain name, using 127.0.0
.1 for ServerName
. ok
user@odroidu2:~$

```

9. Con la instalación de los paquetes de php queda configurada automáticamente la ejecución de scripts CGI en todo los lenguajes compatibles con el servidor, por defecto el directorio en el cual él reconocerá estos scripts es en `/usr/lib/cgi-bin` como se puede observar en el archivo de configuración (Apendice C.1 Configuración por defecto). Debido a que es un directorio sensible del sistema operativo el usuario que desee realizar cambios como modificar archivos, copiar o pegar, deberá tener permisos de super usuario así que para facilitar estas tareas se llevarán a cabo con la herramienta Nautilus ejecutando en una terminal `sudo nautilus` que es la interface gráfica con permisos de super usuario y si por el contrario se crea el script directamente en esta carpeta desde terminal deberá estar registrado como super usuario para poder guardar los cambios.
10. Debido a su versatilidad, amplia difusión de uso y características necesarias para llevar a cabo las tareas requeridas se determinó el uso del lenguaje Perl para construcción de los script CGI. Se crea o se pega en nuestro directorio CGI un archivo que para este caso llamamos `first.pl` el cual contendrá el código a ejecutar, independientemente de su contenido se debe otorgarle permisos de lectura escritura y ejecución a todos los usuarios, esto se realiza desde la terminal estando en el directorio `/usr/lib/cgi-bin/` se ejecuta el comando `sudo chmod -R 777 first.pl`.
11. En este sistema el usuario por intermedio de la Web debe poder ejecutar comandos en la terminal del servidor y esto no es posible con los permisos del usuario **www-data** el cual ejecuta los scripts CGI del lado del servidor, así que se cambia la configuración del Apache para modificar el grupo y usuario con el que será identificada la interface Web en el servidor. Este cambio se realiza en `/etc/apache2/envvars` donde `envvars` es el archivo que se edita en este caso con Vim cambiando el usuario y grupo de **www-data** por **user** que es el usuario propio del pico computador, luego de cambiarlos solo resta guardar los cambios.

12. Como ahora los comandos Web seran ejecutados como **user** debe darsele la propiedad de los directorios de configuración PHP para que todos sus procesos incluido CGI puedan ser ejecutados de manera correcta, esto se realiza en un terminal con el comando `sudo chown user -R /var/lib/php5`.
13. En busca de una configuración del sistema más amigable, se debe verificar que el pico computador tenga una IP fija asi se podrá configurar la red de una manera estándar y confiable( Apéndice B.1 IP fija)
14. Para un entorno de funcionamiento autosuficiente el pico computador al energizarse debe iniciar completamente su sistema, esto es impedido por el registro de usuario y contraseña, para solucionar esto dentro del menú de aplicaciones, en system tools, luego dentro de preferences y en system settings, se puede ingresar a un entorno llamado user accounts, el cual permite configurar las características de cada usuario, registrándose como root se activa una opción llamada automatic login, la cual permitirá que al encender el pico computador y que este cargue todo su sistema sin necesidad de registrar el usuario.

# Capítulo 6

## Página Web

Como parte fundamental de este proyecto es poder manipular un serie de parámetros de diferentes elementos de tipo *hardware* y *software*, el manejo debe ser práctico y versátil, razón por la cual se podrá hacer mediante una página Web y desde cualquier lugar del mundo donde se tenga una conexión a internet, el control se puede realizar con cualquier tipo de dispositivo que puede ser un computador, una tablet, un celular o cualquiera que pueda abrir un navegador y que cuente con cierta configuración específica de *plugins*.

### 6.1. Construcción

Para la construcción de la página Web se determinó el uso del método de Divs que consiste en definir capas que al momento de ir asignándolas en la página Web se van acomodando por orden y por sus características definidas para cada una en la hoja de estilos, en la hoja de estilos no solo se puede determinar el tamaño y la ubicación de cada capa, existe una gran cantidad opciones que van configurando y modelando la página Web, entre las opciones más comunes están asignar un fondo de textura o imagen, cambiar las opciones específicas de las clases de títulos, listas, enlaces y demás elementos básicos que constituyen una página Web, esta configuración será aplicada solamente a la capa o div en que se definió, generando una gran diversidad de formas en la misma página Web.

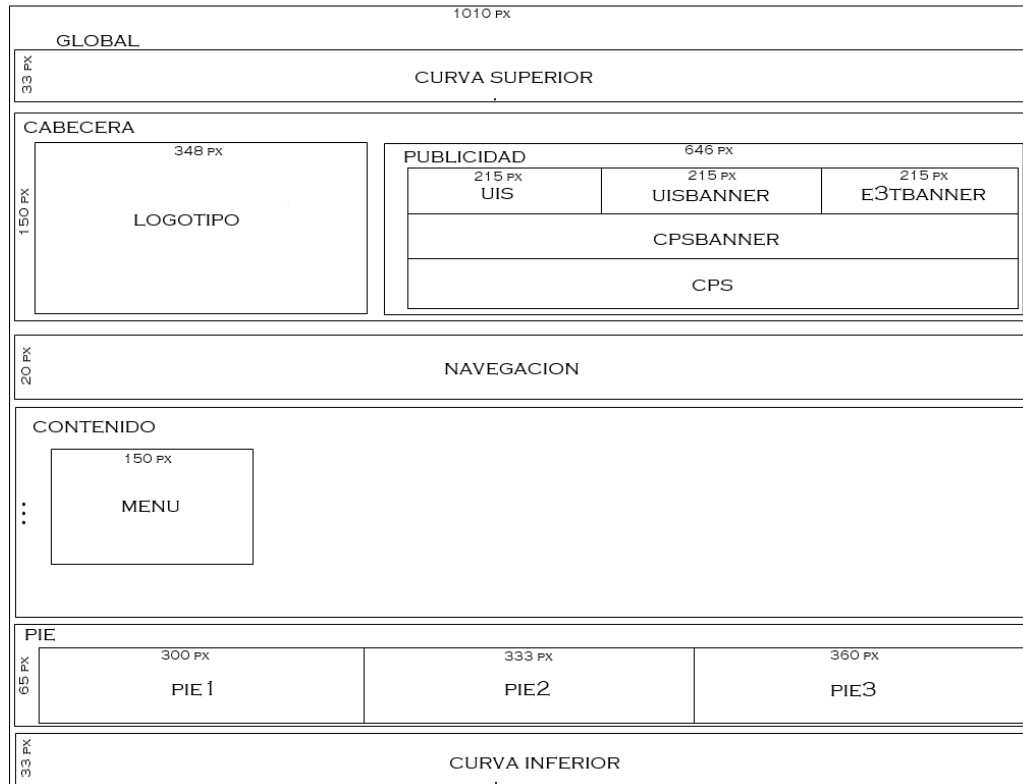
Para iniciar se define la estructura de una plantilla que contendrá la forma general acotando cada zona a un propósito específico que será fijo o podrá variar según el contenido que se quiera presentar. En términos de páginas Web existe un problema y es la diversidad de navegadores y de elementos con que se visualizan las páginas Web lo que tiene como consecuencia la des configuración en algunos navegadores o la desproporción de tamaño dependiendo del monitor, así que se describió la página usando los comandos más comunes para garantizar la compatibilidad con la mayor parte posible de navegadores y se definió la estructura teniendo en cuenta valores promedio más comunes en pixeles y se muestra en la figura 6.1. Las zonas de la página Web son:

- **Global:** Es la primera y principal zona la cual contiene a todo el resto de capas, ella define de una manera fija el ancho de la página y los parámetros de cualquier tipo definidos, serán aplicados a todas aquellas capas a las cuales no se hallan especificado, va a ser la configuración por defecto para el resto de capas.

- **Curva Superior:** Es una capa delgada que ocupa todo el ancho de la página y su principal contenido es su imagen de fondo ya que esta cumple el papel de ser el principio de la Web dándole una forma visualmente agradable, esto se hace necesario debido a que la configuración normal de las capas se hace en secciones cuadradas, entonces con esta capa se asigna un encabezado de decoración, por esta razón debe ser corta y no posee más contenido, sus bordes deben coincidir con los márgenes de las siguientes capas.
- **Cabecera:** Es la capa en la que se hace la presentación, contiene todo lo representativo de la empresa, grupo o movimiento que genera la página Web y enlaza a los diferentes sitios que se relacionen de forma directa con el servicio o información que ahí se presenta.
- **Logotipo:** Esta capa dentro de cabecera contiene una imagen que representa el logo de la empresa o el significado principal de lo que se muestra en la página, en este caso se presentan los elementos más importantes del sistema como lo es el brazo robótico PUMA, la cámara Elphel y el pico computador, esta imagen en cualquier momento enlaza a la página principal.
- **Publicidad:** Llamada así debido a que comúnmente en esta parte el administrador de la página vende el espacio para algún tipo de publicidad ya sea que se relacione con su servicio o no, también publicita o enlaza con entidades de la misma naturaleza del servicio, para esta página se compone de tres Divs, la primera tiene a su vez tres subcapas, las cuales pertenecen a la Universidad Industrial de Santander y a su escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones, la segunda y tercera enuncia a CPS (Connectivity and Processing of Signal), grupo en el cual se desarrolló este proyecto.
- **Navegación:** En esta capa se encuentran los diferentes enlaces a las demás páginas que contienen la totalidad del contenido a presentar, cada *link* direcciona a un tema particular que es pilar del funcionamiento de todo el sistema, entre ellos se encuentra la recepción del video, activación de audio, parámetros y demás información a tener en cuenta al momento de usar este sistema, desde cualquiera de estas páginas se puede regresar a la página principal en sus respectivos enlaces.
- **Contenido:** Es la capa más importante, no posee una altura fija, al no definirla es automática y eso es debido a que el contenido de cada subpágina cambia de acuerdo a lo que se quiera presentar, esta es en la cual realmente se presenta la información al usuario y es en ella en la que se puede visualizar los procesos, manipular parámetros y activar o desactivar las configuraciones del sistema, dentro de esta capa reside otra capa llamada menú la cual contienen enlaces a las páginas oficiales de los implementos usados en el sistema, este menú solo es visible en la página principal.
- **Pie:** En ella normalmente están enlaces de contacto o de temas específicos que en algunos casos también puede ser publicidad, en este caso se subdivide en tres partes las cuales contienen el enlace de contactos, enlaces adicionales que puede ayudar a documentar y entender los elementos del sistema y la información de la Universidad Industrial de Santander.
- **Curva Inferior:** Es similar a la curva superior y determina un acabado visual al final de la página el que coincide con los bordes de las capas adyacentes, para tener un aspecto agradable a la vista del visitante.

Seleccionando las imágenes más adecuadas y buscando una forma visual agradable y amigable para la navegación se obtuvo una página principal que permite el re direccionamiento a cualquier tema de interés, esta página sin contenido se muestra en la figura 6.2.

Figura 6.1: Estructura de la página Web



## 6.2. Audio

Debido a que la comunicación de audio es duplex, en ambos dispositivos, el emisor que en este caso es el pico computador haciendo el papel de servidor y el usuario final que típicamente debe ser una computadora, deben emitir un *streaming* de audio para poder ser capturado y reproducido por el otro dispositivo. Entre los programas libres posibles para realizar este *streaming* se determinó el uso de VLC por sus características de eficiencia, manejo completo desde una terminal, amplio soporte, alta compatibilidad con sistemas y formatos, actualizaciones periódicas y fácil adquisición para cualquier usuario que lo requiera.

En VLC para iniciar un *streaming* de audio, es suficiente ejecutando el comando correcto en la terminal del ordenador que vaya a hacer la emisión, el comando inicia con `vlc` o `cvlc` (VLC sin interface gráfica) que será la orden que indicará la ejecución de VLC, seguido de esto usamos ALSA (Advanced Linux Sound Architecture) que por defecto se encuentra deshabilitada y que dará un mejor manejo al audio en el programa, luego se debe especificar la fuente del audio que se desea emitir, puede ser un archivo guardado en el ordenador por lo que se especificará su directorio o como en este caso para emi-

Figura 6.2: Plantilla de página Web



tir el sonido de un micrófono se especifica la forma como ALSA accesa al dispositivo que en este caso es hw:0,0 (el 0,0 escoge el primer micrófono, pero al tener uno es unívoco), luego de esto es opcional hacer una traducción del formato, esta opción es muy útil porque permite transformar los archivos a formatos más livianos, además se puede especificar la tasa de muestreo y algunas características más, en este caso se determinó emitir el audio en formato MP3 con una tasa de muestreo que no distorsione el sonido, por último se configura la forma de emisión en este caso para manejar el mismo protocolo de la cámara Elphel se hará una emisión RTSP sobre RTP, en el comando se debe especificar el puerto de control RTP, el puerto de emisión RTSP y el nombre del archivo de salida. El comando finalmente queda así:

```
cvlc -vvv alsa ://hw:0,0 --sout '#transcode{acodec=mp3,ab=32}:rtp{dst=192.168.16.103,port=1234,sdp=rtsp://192.168.16.103:8085/stream.sdp}'
```

Este comando en la terminal del servidor iniciará su emisión, y para hacerlo desde el usuario, se hace de manera similar, se debe tener en cuenta la dirección IP del dispositivo, manejar un puerto diferente para no tener conflicto, además de un nombre de archivo de salida diferente y se tendrán las emisiones que serán reproducidas por cada lado del sistema correspondiente.

### 6.3. Video

El video producto de la captura que registra la cámara es emitido mediante un protocolo RTSP, con el fin de capturar el video en la página Web se incrustará un programa que lo pueda reproducir, en una Web no se pueden empujar programas, algo que cumple esta función son los *pplugin* instalados en el navegador, debido a esto el navegador que desee abrir este video deberá contar con los *plugin* de un

programa que disponga de herramientas para decodificar este protocolo. Debe integrarse dentro de la página Web un código que especifique los parámetros y características de la recepción de video, en este caso se usó el *plugin* MediaPlayer el cual es compatible con VLC y MPlayer en Linux. El código implementado define un objeto dentro de la página que tiene como identificación MediaPlayer, se definen algunos parámetros como el tipo de aplicación, auto inicio, la visualización de los controles, el nombre del archivo a reproducir que en este caso es la dirección de emisión del video y el tamaño del objeto de 800 x 600 pixeles, se tuvo en cuenta la resolución del video emitido por la cámara para tener una relación uno a uno. Dentro de este objeto se embebe el video mediante MediaPlayer especificándose en el tipo de aplicación y se definen prácticamente los mismos parámetros establecidos en el objeto, el tamaño, archivo a reproducir, el auto inicio y demás. El código usado es:

```
<object id="MediaPlayer"
width=800 height=600
classid="CLSID:22D6f312-B0F6-11D0-94AB-0080C74C7E95"
standby="Loading Windows Media Player components..."
type="application/x-oleobject"
codebase="http://activex.microsoft.com/activex/controls/mplayer/en/nsmp2inf.cab#Version=6,4,7,1"
  <param name="filename" value="rtsp://192.168.1.172:554 -vo x11 -zoom">
  <param name="Showcontrols" value="True">
  <param name="autoStart" value="True">
  <param name="wmode" value="transparent">
  <embed type="application/x-mplayer2"
    src="rtsp://192.168.1.172:554 -vo x11 -zoom"
    name="MediaPlayer"
    autoStart="True"
    width="800" height="600"
    wmode="transparent">
  </embed>
</object>
```

## 6.4. CGI

Para lograr activar el micrófono que se encuentra en el servidor se debe tener en cuenta algunas condiciones, la primera es tener un método en el cual se pueda ejecutar un comando en su terminal de manera remota, para este propósito se determino ejecutar un *script* CGI, el cual tiene la particularidad de ejecutarse del lado del servidor que es la característica principal que se requiere, la configuración para poder ejecutar scripts de este tipo se realizó en la instalación del servidor capítulo 4, también se estipuló el uso del lenguaje Perl para hacer esta descripción.

Para iniciar la descripción del *script* se requiere comenzar describiendo el tipo de lenguaje en el que se describirá, de ahí en adelante es libre el proceso que se quiera realizar, para este caso lo fundamental es ejecutar un comando en terminal lo que se lleva acabo mediante la función `#system`, usando esta se puede ejecutar el comando `whoami` para identificar si el servidor reconoce el usuario correcto para la ejecución del archivo, es posible ejecutar también `pwd` para conocer el directorio del servidor en el cual nos encontramos y por supuesto se puede ejecutar el comando de VLC que lanza el *streaming* de

audio del microfono que posee el servidor, por otro lado se puede hacer uso de los valores de funciones definidas en Perl para conocer la ejecución correcta de comandos, todo esto se puede realizar con el *script* adecuado, en el directorio correcto y con los permisos correspondientes como se enuncio en el capítulo 4, la ejecución se realiza al ejecutar en un navegador `http://<ip del servidor>/cgi-bin/<nombre del archivo >.pl` La estructura del los *scripts* CGI usados es:

```
#!/usr/bin/perl
print " Content-type: text/html\r\n\r\n";
system("/etc/init.d/dbus status"); #confirmar inicializacion dbus
system("whoami"); #averiguar usuario que reconoce el servidor
system("cvlc -vvv alsa://hw:0,0
--sout '#rtp{dst=192.168.1.6,port=1234,sdp=rtsp://192.168.1.6:8080/test.sdp}'); #streaming
mp2
system("cvlc rtsp://192.168.1.16:8080/test.sdp"); #comando que reproduce streaming de
audio
system("env"); #comando para averiguar las variables de entorno
system("pwd"); #comando para averiguar el fichero actual
#verificación de la correcta ejecución de un comando mediante el cgi
if ( $? == -1 )
{
print "command failed: $! \n";
}
else
{
printf ".e1 command exited with value%d", $?>>8;
}
}
```

## 6.5. Brazo PUMA

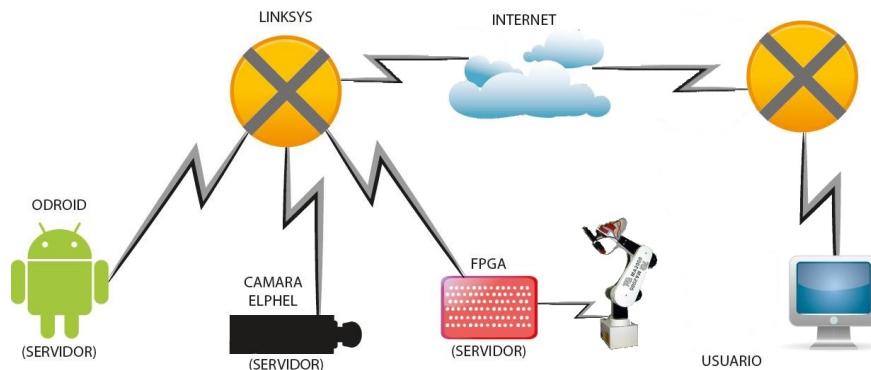
El empalme con el proyecto del brazo PUMA se realizó haciendo un reconocimiento del trabajo y los resultados generados hasta el momento, esta actividad se llevo a cabo consultando los proyectos realizados anteriormente sobre re diseños e implementaciones hechas a este brazo robótico, posteriormente se procedió a una interacción directa con los desarrolladores de el último proyecto en la cual se detallaron las implementaciones actuales de los sistemas y el servidor que controla el brazo, se estipulo el esquema de red en el cual se integraría el servidor del brazo PUMA para poder ser manipulado y cambiar sus parámetros del controlador desde la página Web diseñada en este proyecto. Como resultado se obtuvo una conexión en la misma subred (figura 7.2) que permitirá interacción directa con el servidor, este y los demás servidores para tener una salida a la Web se deberán tener en cuenta parámetros específicos de puertos de emisión. En términos generales el brazo robótico PUMA consta de una tarjeta la cual tiene implementado un sistema operativo sobre el cual se ejecuta un servidor que permite ejecutar *scripts* CGI que generan el control sobre los diferentes elementos del brazo, la página Web que contiene el enlace a los *script* CGI se incluyó en la página Web de este proyecto y se configuró para su correcto funcionamiento, quedando así articulados los proyectos con una gran funcionalidad.

# Capítulo 7

## Sistema

Una de las partes más importantes del desarrollo de este proyecto, es el ensamble final de cada uno de los elementos que componen el sistema. A continuación se profundizara un poco en las condiciones básicas que deben cumplir algunos de los componentes para que el proyecto funcione sin ningún problema. Antes que nada, es importante ver el panorama completo, es relevante aclarar que el sistema de una implementación final en una empresa se muestra en la figura 7.1 pero este sistema no fue implementado realmente debido a la necesidad de manejar los puertos de salida del router de borde con el ISP y esta actividad es imposible de realizar en una compleja red como la de la Universidad Industrial de Santander, en cambio se manejó un sistema como el de la figura 7.2 que representa un sistema completo pero el usuario esta en una red adyacente y la nube la tomamos virtual, la única diferencia con la implementación completa es el tipo de ip que seria pública al salir a la nube y en este caso será privada, pero por lo demás el sistema implementado es una extrapolación del completo.

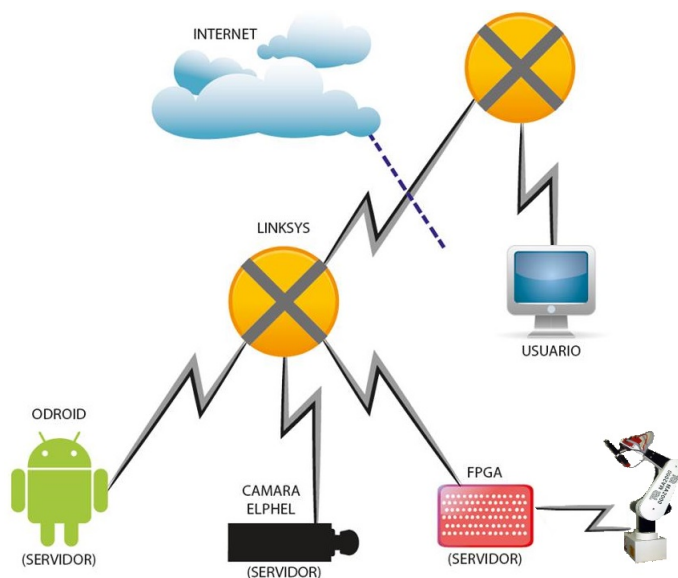
Figura 7.1: Sistema completo



En la figura 7.2 se encuentra un diagrama que representa la interconexión de todas las piezas que hacen parte de este proyecto, de la forma en que fue implementado indicando la ubicación de la nube virtual. A grandes rasgos, el sistema se compone de cinco elementos, de los cuales tres se encuentran funcionando como servidores.

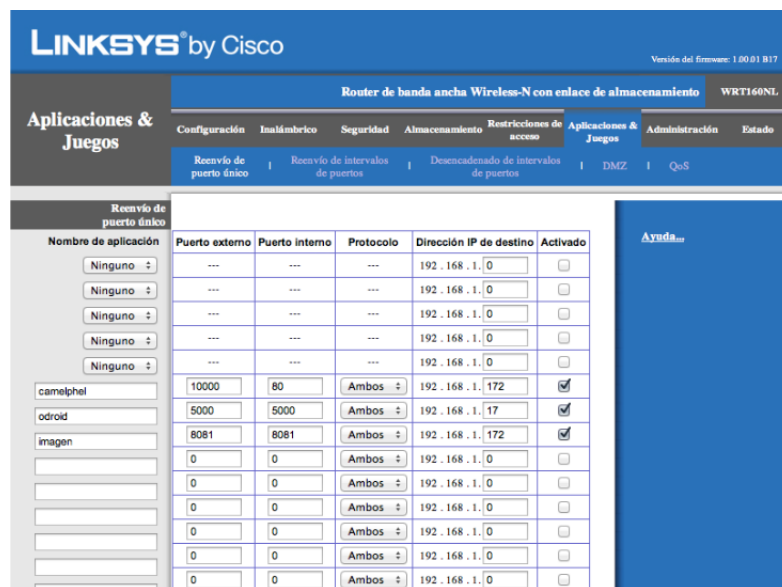
- **Pico Computador:** En él reside el servidor principal, el cual enlaza algunas funciones de los otros dos servidores para unificar su visualización en el equipo del cliente.
- **Cámara:** Esta es la encargada de adquirir, procesar y enviar la imagen por medio del protocolo RTSP haciendo uso del servidor que se encuentra embebido en ella.
- **FPGA:** Acá está ejecutandose un sistema operativo FreeRTOS sobre cual se encuentra instalado un servidor liviano que se encarga de ejecutar *scripts* de control. Este sistema esta conectado físicamente al brazo "PUMA".
- **Routers:** Son los encargados de direccionar el tráfico de información y traducir protocolos entre las redes del sistema.
- **Equipo Usuario:** Este dispositivo será el cliente final que recepcionará los datos emitidos por los servidores, para tener un correcto funcionamiento se recomienda que contenga las siguientes características:
  - Sistema operativo Linux con Ubuntu preferiblemente.
  - El navegador Mozilla Firefox.
  - Una versión actualizada de java instalada en el ordenador.
  - Plugin que contenga compatibilidad con el MIME application/x-mplayer2, si no lo posee, el navegador sugerirá la instalación correspondiente.

Figura 7.2: Sistema implementado



El servidor principal se encuentra funcionando sobre el pico computador Odroid, este maneja la página Web y la interacción con los otros dos servidores. Al estar todos estos componentes conectados en una subred privada, es imposible para un cliente en Internet acceder a cualquiera de los servicios de dicha subred, ya que no posee los permisos necesarios para ello. La solución de este problema es sencilla, un usuario en Internet solo puede llegar hasta el router de frontera de la red privada, desde allí, si el usuario conoce el puerto correcto, se debe redireccionar al servicio solicitado dentro de la subred privada, esto se llama Port Forward y se debe ejecutar teniendo en cuenta que solo se disponen los puertos del 1023 en adelante (ver apéndice A).

Figura 7.3: Ejecución del Port Forward en el router



En la figura 7.3, se ilustra como se realiza el Port Forward en el router de frontera. Se debe acceder a la página de configuración del router Linksys, para esto se debe apuntar a la dirección IP actual del router teniendo en cuenta la siguiente información para la correcta identificación:

User: root  
Password: elphel

Una vez registrado en la página de configuración del router, en la pestaña "Aplicaciones y Juegos", se deben llenar las casillas en blanco de acuerdo a lo siguiente:

- **Nombre de la aplicación:** Es de libre elección del usuario que identifique el servicio que quiere direccionar.
- **Puerto externo:** Se refiere al puerto que deberá apuntar un cliente que se encuentre afuera de la red privada, para ser redireccionado al servicio solicitado.
- **Puerto interno:** Puerto por el que se emite internamente el servicio solicitado.

- **Protocolo:** Se elige de acuerdo al manejo de control o datos que se requiera ejecutar.
- **Direccion IP de destino:** Dirección en la cual se encuentra el servicio o a la que se quiere direccionar el tráfico de datos.
- **Activado:** Activa o desactiva la ejecución del Port Forward.

La cámara IP tiene un servidor embebido, el cual maneja todo lo relacionado con el video de la misma, al esta no estar funcionando como servidor primario surgen algunos problemas relacionados principalmente con la visualización de las imágenes y videos capturados por la cámara y exhibidos en un equipo cliente por fuera de la subred privada. Aunque se realizó correctamente el Port Forward en el router de frontera, en algunos servicios, se requieren un par de arreglos adicionales. El problema consistía en la imposibilidad de visualizar la imagen en la página principal que captaba la cámara, esto sucedía cuando se trataba de ingresar desde un equipo por fuera de la subred privada. Para darle solución a esto, se debió modificar el código PHP de dicha pagina.

El código PHP de la pagina se encuentra en el directorio `/mnt/flash/html` de los archivos raiz de la cámara. En la carpeta `app-bar` se encuentran todos los archivos `html`, `css`, etc que componen la pagina principal, el archivo que se modifico fue `app-list.php`, la ruta resultante de este archivo es: `/mnt/flash/html/app-bar/app-list.php`. Para modificar este archivo, es necesario extraerlo mediante un servido FTP.

En la figura 7.4 se expone la parte del archivo que se debe modificar, en los recuadros amarillos se encuentran las parte que se deben cambiar, la variable resaltada tiene como resultado llamar a la dirección IP a la que se apuntó al entrar en la página y como se ve en la figura 7.4 a esta variable se le agrega el puerto 8081, el cual corresponde al puerto por el que va la imagen, cuando se ingresa a la página desde afuera de la subred, se apunta la router de frontera y a un puerto específico, lo que hace que la función devuelva no solo la dirección IP, si no también el puerto que se uso para ingresar a la subred privada, esto ocasiona un error, ya que al agregar el puerto de la imagen, queda una dirección con dos puertos, lo cual es imposible.

Figura 7.4: Código PHP sin modificar

```

10
11 // Info Window
12 echo "<div id='floatright'>";
13 echo "<div id='camerawindow'>\n";
14 // camera "live" image
15 echo "<a href='http://". $ SERVER["HTTP_HOST"]. ":8081/bimg'><img style='text-align:center; border:0;\ width='250' src='http://". $ SER
["HTTP_HOST"]. ":8081/bimg'></a><br /><span style='font-size:0.9em;'>Camera Live Image</span>";
16 echo "</div>\n";
17

```

Figura 7.5: Código PHP modificado

```

10
11 // Info Window
12 echo "<div id='floatright'>";
13 echo "<div id='camerawindow'>\n";
14 // camera "live" image
15 $rest = substr($ SERVER["HTTP_HOST"], 0, 14);
16 echo "<a href='http://". $rest. ":8081/bimg'><img style='text-align:center; border:0;\ width='250' src='http://". $rest. ":8081/bimg'></a>
<span style='font-size:0.9em;'>Camera Live Image</span>";
17 echo "</div>\n";
18

```

En la figura 7.5 se encuentra el código con las correcciones necesarias para que funcione correctamente la pagina desde cualquier ubicación. En la línea 15, encerrada en verde se encuentra una función importante *substr* esta función corta un *array* a la longitud que sea necesario, esta función se aplica sobre la variable HTTP HOST la cual guarda la dirección IP a la que se apuntó, el resultado de esta operación es la dirección IP sin el puerto correspondiente al Port Forward, esta se guardo en una variable (*rest*) y se posiciona en los recuadros amarillos.

# Capítulo 8

## Resultados

### 8.1. Conclusiones

- Se logró desarrollar por completo el sistema planteado haciendo uso de plataformas, hardware y software de licencia libre y código abierto, lo que genera un gran potencial para desarrollos en trabajos próximos en este sistema.
- Se diseñó e implementó satisfactoriamente una página Web que permite la recepción remota de video en tiempo real, comunicación bidireccional de audio, control de sus parámetros, manipulación remota de las características principales del brazo robótico PUMA y ofrece amplia documentación sobre todos los aspectos presentes en ella.
- Se desarrolló apropiadamente un manual donde se registran todos los pasos a seguir para el correcto funcionamiento del pico computador Odroid U2, desde montar una imagen de sistema operativo, hasta ponerlo a funcionar como un servidor Web.
- Se completó un manual de uso básico de la cámara Elphel NC353L, allí se registraron además de sus funciones básicas, algunos problemas frecuentes con sus respectivas soluciones.
- Los sistemas operativos de arquitectura ARMhf aún con poco tiempo de desarrollo presentan gran versatilidad y funcionalidad completa de cualquier sistema operativo Linux.
- La alta flexibilidad de pico computadores y su alto nivel de procesamiento los hace ideales para soluciones prácticas y funcionales al implementar un sistema operativo adecuado.
- Se comprobó la eficacia y adaptabilidad del servidor Apache HTTP Server que presentó una fácil instalación, un sencillo manejo modular y configuración práctica mediante texto plano.

- Se acopló correctamente el entorno del servidor que maneja los parámetros de control del brazo robótico del brazo PUMA ma2000 de la Universidad Industrial de Santander con el proyecto presentado en este documento.
- Se configuró e implemento la recepción de video en tiempo real mediante el protocolo RTSP haciendo uso del programa mplayer y se realizó la transmisión de audio MP3 en tiempo real.
- Se configuró la red y los puertos redireccionandolos a sus correspondientes direcciones IP para dar un manejo adecuado al tráfico de datos y obtener una comunicación desde otra red o desde internet.

## 8.2. Recomendaciones

- El tema de seguridad es de gran importancia en el ámbito empresarial, al tener cualquier conexión con el servidor es relevante acotar de manera precisa las posibilidades que va a tener el usuario, de lo contrario podría tener acceso a información reservada como cuentas bancarias de la empresa, documentos confidenciales y en general todo tipo de información privada, además de acceder a documentos también podría haber un usuario malicioso que desconfigure dañe o borre información importante, por tanto es primordial tener un entorno seguro y bien configurado. En este proyecto se vulneró una de las formas primarias de seguridad que es los derechos de ejecución y el tipo de usuario, pero esto fue requerido para poder tener un control suficiente sobre el sistema, por esto se deben adoptar otras formas de asegurar el sistema, a continuación se enuncian las grietas existentes y las formas en que se podrán controlar.
  - Debido a que el cliente desde la Web tiene permisos de usuario normal, podrá crear archivos CGI y ejecutarlos del lado del servidor, este problema se puede mitigar habilitando solamente los puertos necesarios que use el sistema, para no tener otras vías de flujo de datos.
  - Cuando el *script* CGI se le otorgan permisos de lectura, escritura y ejecución podría generarse una falla de seguridad que se puede corregir manejando adecuadamente los comandos en el *script* y los permisos de escritura dárseles solamente al usuario sudo, así no se podrán editar estos archivos desde el lado del cliente, solamente ejecutarlos.
  - Se pueden implementar listas de control de acceso en el servidor o router de borde dependiendo del tráfico de datos, especificando así explícitamente la ip, dirección y servicios que se permitan transitar.
  - Otra forma de fortalecer la seguridad es haciendo uso de una base de datos como MySQL y generar un sistema de registro, en el cual se deba estar previamente inscrito para poder acceder a la zona de monitoreo, control y ejecución de scripts CGI, de esta manera solo personal calificado accederá a estos contenidos.

- Desarrollar estudios, investigación e implementaciones en el tema de seguridad que brinden una mayor robustez y confiabilidad en cuanto a estos sistemas debido a lo susceptible que se ha convertido este tema.
  
- El desarrollo y verificación de algoritmos de comunicación, compresión, control clásicos y puesta a prueba de implementaciones de métodos de control moderno para de esta forma aprovechar la herramienta desarrollada.
  
- Implementar desarrollos con diferentes periféricos y software que pueden complementar el sistema, generando herramientas con mayor sensibilidad, precisión y exactitud con manejos específicos adaptándose a los procesos.

# Bibliografía

- [1] Apache HTTP Server. *Dynamic Content with CGI*, 2013. Tutorial de Apache sobre contenido dinámico mediante configuración de cgi.
- [2] Miguel Jaque Barbero. *Manual de Supervivencia del Administrador de Apache*. Free Software Foundation, 1 edition, 2006. Guía rápida de referencia sobre el manejo de Apache.
- [3] Beagle Board. *Features*, 2013. Descripción de las características de hardware.
- [4] Claudio Concepción Certad. *6 Servidores Web libres para GNU/Linux y otros sistemas*, 2013. Especificación de los posibles servidores libres y sus características.
- [5] Programación Desarrollo. *Ventajas del servidor Apache*, 2013. Descripción utilidades importantes del servidor.
- [6] Joel Barrios Dueñas. *Configuración De Servidores Con GNU/Linux*. Alcanse Libre, 1 edition, 2013. Guía detallada de configuración desde OS y todos los servicios.
- [7] Micro e business. *Diferencias - Ventajas en Servidores Linux - Windows*, 2013. Recomendaciones de tipos de instalaciones en servidores windows o linux.
- [8] Elphel Inc. *Elphel Wiki*, 2011. información oficial en plataforma wiki.
- [9] Mo Guan and Minghai Gu. Design and implementation of an embedded web server based on arm. *IEEE*, 2010.
- [10] Gilbert Held. *Server management*. Auerbach Publications, 1 edition, 2000. manejo general de un servidor.
- [11] Mohammed J Kabir. *La Biblia del Servidor Apache*. Anaya multimedia, 1 edition, 2003. Configuración específica en todos los ámbitos del servidor.
- [12] Hard Kernel. *Products Feature*, 2013. Descripción de las características de hardware.
- [13] Yakun Liu and Xiaodong Cheng. Design and implementation of embedded web server based on arm and linux. *IEEE*, 2010.
- [14] Carlos Martínez. Raspberry pi como solución estable para mediacenter. *Engadget en español*, 2013.

- [15] Sergio Luján Mora. *Programacion de Servidores Web con CGI, SSI e IDC*. Editorial Club Universitario, 1 edition, 2001. Aborda a profundidad el tema de scripts CGI.
- [16] Mplayer Inc. *Datos Mplayer*, 2011.
- [17] Netcraft. *Web Server Survey*, 2013. Estadísticas de uso de cada servidor.
- [18] Nginx. *Server Features*, 2013. Especificaciones Servidor Nginx.
- [19] Roger L. Norton and Marist College. Using virtual linux servers. *It Systems Perspective*, 2002.
- [20] J Mariano Gonzalez Romano and J Manuel Cordero Valle. *Diseño de Páginas Web*. MC Graw Hill, 1 edition, 2001. Diseño de páginas web con los tipos de componentes posibles.
- [21] Andrew S. Tanenbaum. *Redes de Computadoras*. Prentice Hall, 3 edition, 1997. Generalidades de redes de computadoras.
- [22] VideoLAN organization. *VideoLAN HOWTO*, 2004. Guia de aplicaciones y comandos para ejecutar acciones específicas.
- [23] VideoLAN organization. *VLC User Guide*, 2004. Guia de usuario sobre modulos intalacion y características del programa.

# Apéndices

# Apéndice A

## Redes de computadores

Se habla de redes de computadores cuando dos o más ordenadores están interconectados y son capaces de intercambiar información. La conexión no necesita hacerse a través de un hilo de cobre, también puede hacerse mediante el uso de láser, microondas y satélites de comunicación. A continuación se explicaran algunos conceptos básicos relacionados con las redes de computadores que son totalmente necesarios para la construcción de este proyecto.

- **Dirección IP:** Es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a un interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (*Internet Protocol*). Existen dos tipos de direcciones IP:
  - IP pública: Es la dirección IP con la que se identifica un equipo al conectarse a otras redes (Internet). Esta IP la asigna el proveedor de red, y solo el tiene control sobre ella. A su vez puede ser de dos tipos diferentes:
    - IP estática: Es cuando se tiene una dirección IP fija asignada. Este tipo es poco utilizado, ya que representa una gran desventaja en cuanto a seguridad.
    - IP dinámica: Es la utilizada habitualmente. Es asignada al conectarse a la red, esta dirección cambia cada vez que se desconecta y se vuelve a conectar el equipo a Internet.
  - IP privada: Es la dirección IP de cada equipo (ordenador o cualquier elemento que se conecte a través del protocolo TCP/IP) de una red específica. Al contrario de lo que ocurre con la IP pública, sobre la IP privada si tiene control el usuario, aunque se puede asignar de forma automática (mediante DHCP).

Una clasificación adicional de las direcciones IP es la división en clases, esta se hace de acuerdo a la cantidad de bytes que representan a la red. En la figura A.1 se ve una tabla con la representación de las 4 clases.

- **Mascara de red:** Combinación de bits que sirve para delimitar el ámbito de una red de computadoras. Sirve para que una computadora determine si debe enviar los datos dentro o fuera de la red. Es decir, la función de la máscara de red es indicar a los dispositivos qué parte de la

Figura A.1: Clases de direcciones IP

Clase A	Red	Host		
Octet	1	2	3	4

Clase B	Red		Host	
Octet	1	2	3	4

Clase C	Red			Host
Octet	1	2	3	4

Clase D	Host			
Octet	1	2	3	4

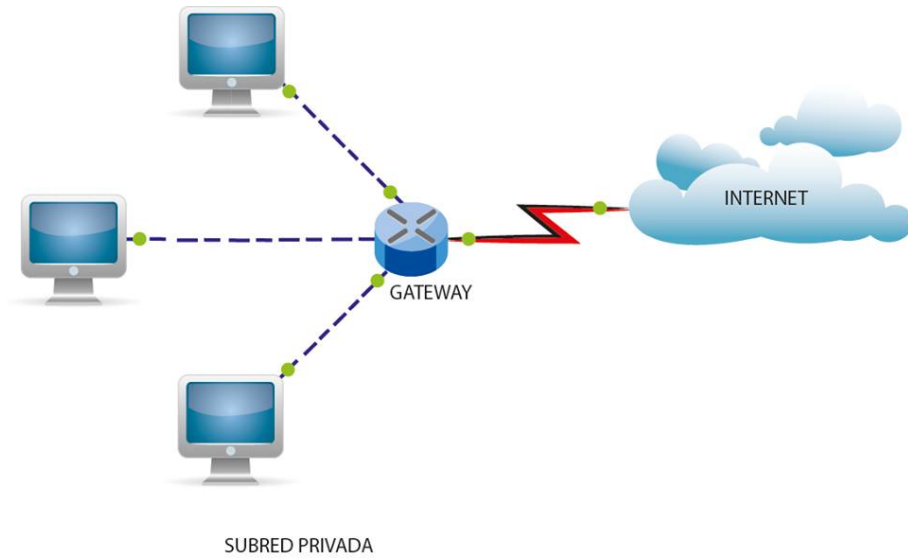
dirección IP es el número de la red (incluyendo la subred), y qué parte es la correspondiente al host.

- Puerta de enlace:** es un dispositivo o una computadora que sirve como enlace entre dos redes informáticas, es decir, es el dispositivo que conecta y dirige el tráfico de datos entre dos redes o más. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino. Este dispositivo, al conectar dos redes de IP, poseerá una dirección IP privada que servirá para identificarse dentro de la red local y una dirección IP pública que servirá para identificarse dentro de la red exterior.

En la figura A.2 se puede ver un diagrama que ejemplifica lo dicho anteriormente, la puerta de enlace o *Gateway* hace de intermediaria entre la red de área local y el Internet, traduciendo de un protocolo a otro si es necesario los datos que van de un lado a otro, es entonces fácil deducir que todos los computadores pertenecientes al área local tienen la misma puerta de enlace.

- Subred:** A medida que crece el número de equipos y el volumen de tráfico en una red Ethernet, se reduce el rendimiento de la red. Para solucionar este problema, los equipos de una red Ethernet se agrupan juntos en divisiones físicas, denominadas segmentos, separadas por un dispositivo físico, como un router. Los segmentos separados por routers se denominan subredes. Todos los equipos que pertenecen a una subred tienen el mismo ID de red en sus direcciones IP (El ID de red es diferente longitud dependiendo de la clase a la que pertenezca la dirección IP, en la figura A.1 las columnas llamadas RED se refieren al ID de red). Cada subred debe tener un ID de red distinto para comunicarse con otras subredes. Los equipos que se encuentran en distintas subredes necesitan comunicarse a través de routers.
- Port Forward:** El port Forward es una técnica que permite a los equipos remotos conectar con un ordenador o un servicio específico dentro de una red de área local (LAN) privada. En una red privada típica, el router se conecta al Internet mediante una dirección IP pública, mientras que los equipos que se encuentran conectados físicamente a él, se comunican por una dirección IP privada, haciendo que estos sean invisibles a un equipo remoto que se encuentre conectado a Internet o a una red diferente. Al configurar el port Forward, el administrador de la red elige un puerto en la puerta de entrada para el uso exclusivo de la comunicación con un servicio en la red privada. El cliente externo debe conocer este número de puerto y la dirección de la puerta de enlace para comunicarse con el servicio de red interna.

Figura A.2: Ejemplo de puerta de enlace



En pocas palabras, el port Forward es una herramienta de redireccionamiento de información, el cual permite acceder a servicios o equipos privados a través de un puerto específico del router, es necesario configurar un puerto externo (a la red privada), al cual se apuntara desde el equipo cliente, y un puerto interno, el cual enlazara al equipo o servicio que se requiere.

# Apéndice B

## Configuración de red

### B.1. Configurar IP fija y DNS

- Para asignar una IP fija, en un ordenador se ingresa al directorio */etc/networks/* de la raíz del sistema donde se encuentra el archivo *interfaces* y con cualquier editor de texto y como super usuario se accede al archivo para editarlo, en su configuración Ethernet debe tener una sintaxis como la siguiente:

```
auto eth0
iface eth0 inet static
address 192.168.0.10
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.0.1
```

Donde se configura una dirección IP que se adapte a la subred que se desee conectar.

- Se debe cambiar la dirección DNS para obtener conexión a Internet. Dentro del directorio */etc/* se edita el archivo *resolv.conf*, se ingresa como super usuario y se edita lo siguiente:

```
search local
nameserver 80.150.31.200
```

Donde *nameserver* representa la dirección DNS que se quiera tener, si ya existe un valor para *nameserver* se puede agregar otro en la siguiente línea y ambas direcciones funcionarán sin ningún problema.

### B.2. Saber IP actual

Para saber la IP actual de nuestro ordenador es muy sencillo, en un terminal se ejecuta el comando `sudo ifconfig`, luego de esto se requiere ingresar la contraseña de usuario, inmediatamente saldrá una lista con la configuración de red, si se posee una conexión inalámbrica sus características aparecerán en *wlan* y si se tiene una conexión cableada su configuración aparecerá en *eth0* generalmente, de esta forma se puede conocer la IP, máscara y puerta de enlace.

# Apéndice C

## Configuración Servidor

### C.1. Archivo de Configuración

El archivo de configuración por defecto se encuentra en el directorio */etc/apache2/sites-enable/000-default* y puede ser modificado con cualquier editor de texto plano cambiando directorios y características según se necesite, es importante tener en cuenta los permisos y la accesibilidad de los directorios que se cambien en este archivo, a continuación se muestra el archivo de configuración de nuestro servidor.

```
<VirtualHost *:5000>
    ServerAdmin webmaster@localhost

    DocumentRoot /var/www
    <Directory />
        Options FollowSymLinks
        AllowOverride None
    </Directory>
    <Directory /var/www/>
        Options Indexes FollowSymLinks MultiViews
        AllowOverride None
        Order allow,deny
        allow from all
    </Directory>

    ScriptAlias /cgi-bin/ /usr/lib/cgi-bin/
    <Directory /usr/lib/cgi-bin>
        AllowOverride None
        Options +ExecCGI -MultiViews
        +SymLinksIfOwnerMatch
        Order allow,deny
        Allow from all
```

```

</Directory>

ErrorLog $ { APACHE_LOG_DIR}/error.log
CustomLog${APACHE_LOG_DIR}/access.log combined

</VirtualHost>

```

En él se identifican algunos aspectos, el primero es el puerto por el cual emite su servicio que en este caso es el 5000 y el correo del administrador, en las siguientes líneas se identifica la sentencia `DocumentRoot` la cual especifica el directorio raíz del servidor y las características permitidas, a continuación con `ScriptAlias` se describe el directorio CGI y su configuración, y al final se especifica la generación de sus archivos de notificación de errores cuando estos se presentan en la ejecución de alguna tarea, este archivo queda guardado en el directorio `/var/log/apache2/error.log` y es muy útil para depurar los fallos en el servidor.

## C.2. ScriptAlias

La directiva `ScriptAlias` se realiza principalmente para designar un directorio diferente al `DocumentRoot` que contenga los archivos CGI, esto se hace por seguridad debido a que esta ejecución es del lado del servidor, para hacer un `ScriptAlias` se debe modificar el archivo de configuración por defecto en apache se encuentra en `/etc/apache2/sites-enabled/000-default`, dentro de este archivo se encuentra configurado por defecto el directorio `/usr/lib/cgi-bin/` como directorio CGI mediante la línea `ScriptAlias /cgi-bin/ /usr/lib/cgi-bin/`, apache interpretará cualquier archivo dentro de este directorio como un *script* CGI.

## C.3. CGI fuera de su directorio designado

Se puede hacer una configuración adicional si se quiere ejecutar un *script* CGI fuera de del directorio designado por el `ScriptAlias`, eso se requiere por si el administrador desea que los usuarios ejecuten scripts desde su directorio de usuario, esto se realiza en dos partes, primero debe ser activado el controlador `cgi-script` usando la directiva `AddHandler` o `SetHandler` y segundo `ExecCGI` debe ser especificado en la directiva `Options`, a continuación se enuncia un ejemplo donde `/usr/local/apache2/htdocs/somedir` es el directorio en el cual también se reconocerán los scripts CGI en este caso con extensiones `.cgi` y `.pl`.

```

AddHandler cgi-script .cgi .pl

<Directory /usr/local/apache2/htdocs/somedir>
Options +ExecCGI
</Directory>

```

# Apéndice D

## solucionar problemas de dependencias en aptitude

Al seleccionar el paquete libapache2-mod-php5 generó incompatibilidad con una de las dependencias de los paquetes ya instalados, esto se hace evidente en la parte inferior de la ventana donde aparece una franja de color rojo en la cual indica que hay una serie de sugerencias y especifica algunos comandos de teclado para llevar a cabo la corrección del problema, este aviso se puede observar en la figura D.1.

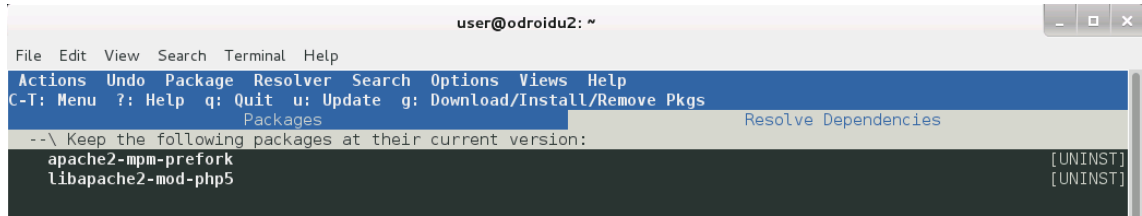
Figura D.1: Problema de paquetes



```
[1(1)/...] Suggest 2 keeps
e: Examine !: Apply .: Next <: Previous
```

Se procede a hacer la revisión de la problemática oprimiendo la tecla e, inmediatamente aparece una nueva pestaña dentro de aptitude llamada Resuelve Dependencias la cual muestra una a una las posibles soluciones, dentro de las posibilidades se pueden encontrar opciones como mantener algunos paquetes, actualizar algunos, desinstalar algunos o combinaciones entre ellas, el usuario debe determinar cuales paquetes tienen prioridad para el servicio que quiere obtener, y en base a esto escoger una opción, con las teclas de . y , se navega sobre las posibilidades y cuando se tenga una decisión con la tecla ! se aplica, luego con la tecla g se ejecuta el procedimiento. En este caso de libapache2-mod-php5 aptitude nos muestra un par de posibilidades como lo indica la franja inferior figura D.1 y la decisión tomada es la mostrada en la figura

Figura D.2: Opción de solución escogida



Luego de esto se ejecuto el procedimiento, esto se desarrolla como cualquier instalación normal de paquetes ya que realmente solo actualiza instala o desinstala algunos de ellos, y quedando así solucionado el problema y obteniendo la funcionalidad deseada.