

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TÉCNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA CONVERTIR MONITORES O TELEVISORES NO INTELIGENTES EN DISPOSITIVOS SMART

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

DAVID ADRIÁN TOHAZA OLEAS

david.tohaza@epn.edu.ec

DIRECTOR: MSC. LEANDRO ANTONIO PAZMIÑO ORTIZ

leandro.pazmino@epn.edu.ec

CODIRECTOR: MSC. MÓNICA DE LOURDES VINUEZA RHOR

monica.vinueza@epn.edu.ec

QUITO, ENERO 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por David Adrián Tohaza Oleas, bajo nuestra supervisión.



Firmado electrónicamente por:
**LEANDRO ANTONIO
PAZMINO ORTIZ**

MSc. Leandro Pazmiño Ortiz

DIRECTOR DE PROYECTO

MSc. Mónica Vinueza Rhor

CODIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo, DAVID ADRIÁN TOHAZA OLEAS, declaro bajo juramento que el trabajo aquí redactado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación -COES-, soy titular de la obra en mención y concedo una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL. Entrego toda información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se deberá negociar los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa vigente.



David Adrián Tohaza Oleas

DEDICATORIA

Dedico, el presente proyecto a mi madre Genoveva, mi padre HOMERO, a mis hermanos Lisseth y Jose Luis, mi novia Mabell, mis amigos y a toda mi familia por el apoyo incondicional que me otorgaron durante toda la carrera y formación profesional.

- David

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la institución superior Escuela Politécnica Nacional por permitirme ser parte de ella, a la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) por la estadía en sus infraestructuras. Retribuyo a los docentes que me han impartido el conocimiento en mi formación profesional.

Agradezco a mi director, Ing. Leandro Pazmiño por el tiempo dedicado, por las correcciones realizadas, por guiarme durante la realización del proyecto y por la firmeza que tuvo al dirigir el proyecto de tesis.

Agradezco a mi tutora de carrera, Ing. Gabriela Cevallos por el tiempo brindado a solucionar preguntas de mi parte sobre dudas académicas y administrativas sobre la carrera en general.

Agradezco a mis amigos más cercanos por el tiempo compartido entre risas y conocimientos distribuidos durante toda la carrera.

- David

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	I
DECLARACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
<i>ABSTRACT</i>	XVI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Marco teórico.....	5
<i>Software</i> libre.....	5
Distribuciones Linux.....	5
<i>Multiboot</i>	6
<i>Advanced IP Scanner</i>	6
DVI (<i>Digital Video Input</i>).....	7
<i>Frame Rate</i>	7
Resolución.....	7
Diferenciación y significado entre los formatos <i>p</i> e <i>i</i> en la resolución.....	7
Estándar de transmisión de señal de video CVBS (video compuesto) [16].....	8
<i>Streaming</i> de video.....	9
<i>RetroArch</i>	14
Microcomputador.....	16
LPDDR.....	16
Procesador x86.....	16
Procesador ARM.....	17
Núcleos en el procesador.....	18

Micro SD.....	19
Armazón o Carcasa	20
Disipadores de calor	21
Mini ventilador	21
Mini teclado inalámbrico	22
<i>Gamepad</i> USB	22
Cable HDMI	23
Convertidor HDMI2AV	23
Cable RCA macho	24
Dispositivos finales de visualización de contenido	25
2. METODOLOGÍA.....	25
2.1 Las metodologías usadas en el proyecto.....	27
Metodología analítica.....	27
Metodología exploratoria	27
Metodología experimental.....	27
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1 Requerimientos necesarios para la implementación del prototipo.....	27
Identificación de requerimientos del prototipo	28
Análisis de las prestaciones de un televisor antiguo contra un televisor <i>Smart</i>	30
3.2 Análisis del <i>hardware</i> y <i>software</i> requerido para implementar el prototipo....	43
<i>Hardware</i>	43
<i>Software</i>	47
3.3 Diseño	56
Esquema general del prototipo	56
Esquema real del prototipo funcional	57
Sistema de refrigeración y protección	58
Diagrama de flujo del funcionamiento del prototipo.....	60
3.4 Implementación	64
Adquisición de equipos, dispositivos y protección.....	64

Implementación de disipadores, armazón para el microcomputador, ventilación a la placa interna y caja de protección.....	65
3.5 Configuraciones del sistema en el prototipo.....	68
Configuración del <i>multiboot Noobs</i>	68
Configuración e instalación del <i>media center Kodi</i>	72
Configuración de programas y <i>add-ons</i> para <i>Kodi</i>	75
Personalización de la interfaz del <i>media center</i>	103
Configuración del mando remoto para la interfaz.....	115
Configuración de la transmisión de contenido multimedia.....	116
Configuración del emulador de videojuegos retro <i>Lakka</i>	118
3.6 Pruebas de funcionamiento del prototipo.....	123
Visualización mediante salida HDMI	123
Visualización mediante salida RCA.....	123
Funcionamiento del arranque dual.....	124
Funcionamiento de la interfaz del centro multimedia	124
Funcionamiento del emulador de videojuegos retro	129
3.7 Corrección de errores	130
Centro multimedia.....	130
Emulador de consolas de videojuegos retro	139
3.8 Costos de implementación.....	143
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
4.1 Conclusiones	144
4.2 Recomendaciones	146
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
6. ANEXOS.....	157
6.1 Anexo A, manual de uso del prototipo	157
6.2 Anexo B, manual de mantenimiento del prototipo	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Incrementó de los servicios de <i>streaming</i> y <i>PPV</i> en el año 2020	1
Figura 1.2: Porcentaje de acceso a internet - ENEMDU (2012-2016)	2
Figura 1.3: Antigüedad de Televisores.....	2
Figura 1.4: Posesión de <i>Smart TV</i>	2
Figura 1.5: Opinión de la ciudadanía acerca de televisores	3
Figura 1.6: Televisor de tubo	3
Figura 1.7: Televisor de pantalla plana	3
Figura 1.8: Televisor <i>Smart</i>	4
Figura 1.9: Televisor LCD	4
Figura 1.10: Microordenador y sus aplicaciones	5
Figura 1.11: Distribuciones <i>Linux</i>	6
Figura 1.12: Espectro de CVBS	9
Figura 1.13: Distorsión de Moire	9
Figura 1.14: Servicio de <i>Streaming</i>	10
Figura 1.15: Descarga tradicional	11
Figura 1.16: <i>Streaming</i>	11
Figura 1.17: Canales.....	12
Figura 1.18: Protocolo RTSP	14
Figura 1.19: Emuladores.....	15
Figura 1.20: Microcomputador	16
Figura 1.21: Procesador x86 Intel	17
Figura 1.22: Procesador ARM Cortex-A15.....	17
Figura 1.23: Armazón de un microcomputador	21
Figura 1.24: Disipadores de calor	21
Figura 1.25: Mini ventilador.....	22
Figura 1.26: <i>Mini Keyboard Rii</i>	22
Figura 1.27: <i>Gamepad</i> USB.....	23
Figura 1.28: Cable HDMI	23
Figura 1.29: MINI HDMI2AV	24
Figura 1.30: Cable RCA MACHO.....	25
Figura 3.1: Consolas retro	32
Figura 3.2: Arduino Yún Rev 2.....	34
Figura 3.3: <i>ASUS Tinker Board S</i>	35
Figura 3.4: <i>Banana Pi BPI M3</i>	36
Figura 3.5: <i>CubieAIO-A20 Board</i>	37

Figura 3.6: <i>ODROID XU4</i>	38
Figura 3.7: <i>Orange Pi 4</i>	39
Figura 3.8: <i>Raspberry Pi 3 modelo B +</i>	40
Figura 3.9: Elementos principales de la <i>Raspberry Pi modelo B+</i>	43
Figura 3.10: Distribución de pines GPIO	44
Figura 3.11: Elementos adicionales	45
Figura 3.12: Conexiones HDMI y RCA.....	46
Figura 3.13: Conexión HDMI.....	46
Figura 3.14: Centro multimedia empleando <i>Kodi</i>	49
Figura 3.15: <i>Xiaomi Mi TV Box S</i>	54
Figura 3.16: <i>Nvidia Shield Android TV Pro</i>	54
Figura 3.17: <i>Amazon Fire TV Stick</i>	55
Figura 3.18: <i>Beeling GT King</i>	55
Figura 3.19: Esquema general del prototipo	56
Figura 3.20: Esquema real del prototipo	57
Figura 3.21: Disipadores para <i>Raspberry</i>	58
Figura 3.22: Carcasa para <i>Raspberry Pi modelo B+</i>	58
Figura 3.23: Cara superior	59
Figura 3.24: Caras laterales.....	59
Figura 3.25: Diagrama de flujo del menú inicial.....	60
Figura 3.26: Diagrama de flujo: sección Radio.....	61
Figura 3.27: Diagrama de flujo del centro multimedia	61
Figura 3.28: Diagrama de flujo: sección <i>Dragón Ball</i>	61
Figura 3.29: Diagrama de flujo: sección Documentales	62
Figura 3.30: Diagrama de flujo: sección TV	62
Figura 3.31: Diagrama de flujo: sección <i>YouTube</i>	62
Figura 3.32: Diagrama de flujo: sección <i>Netflix</i>	62
Figura 3.33: Diagrama de flujo: sección películas	62
Figura 3.34: Diagrama del flujo del centro multimedia.....	63
Figura 3.35: Diagrama de flujo: sección Series	63
Figura 3.36: Diagrama de flujo del emulador de consolas retro	64
Figura 3.37: Elementos para la implementación del prototipo	65
Figura 3.38: Implementación de disipadores.....	66
Figura 3.39: Implementación del armazón del microcomputador	66
Figura 3.40: Implementación del mini ventilador	67
Figura 3.41: Colocación de los dispositivos principales del prototipo	67
Figura 3.42: Visualización del cuerpo principal del prototipo	68

Figura 3.43: Versiones de <i>Noobs</i>	68
Figura 3.44: Preparación de la tarjeta Micro SD.....	69
Figura 3.45: Micro SD con <i>Noobs</i>	70
Figura 3.46: Inserción de la tarjeta micro SD	70
Figura 3.47: Conexiones del microcomputador	70
Figura 3.48: Sistemas operativos.....	70
Figura 3.49: Conexión inalámbrica.....	71
Figura 3.50: <i>LibreELEC</i> y <i>Lakka</i>	71
Figura 3.51: Menú inicial.....	72
Figura 3.52: Elección de idioma en <i>LibreELEC</i>	72
Figura 3.53: Cambio de nombre al <i>media center</i>	73
Figura 3.54: Conexión inalámbrica.....	73
Figura 3.55: Protocolos SSH y Samba.....	73
Figura 3.56: Opción Experto o Avanzado.....	74
Figura 3.57: Selección de idioma para la interfaz.....	74
Figura 3.58: Opción orígenes desconocidos	75
Figura 3.59: <i>Add-ons</i>	75
Figura 3.60: Opción repositorio.....	75
Figura 3.61: Opción archivo.zip	76
Figura 3.62: Fuentes para <i>Kodi</i>	76
Figura 3.63: Instalación de Luar.....	77
Figura 3.64: Instalación de Plexus y f4mTester.....	78
Figura 3.65: Instalación de <i>Youtube-dl control e InputStream helper</i>	79
Figura 3.66: Instalación de <i>InputStream Adaptive y RTMP Input</i>	79
Figura 3.67: Instalación de <i>ExtendedInfo Script</i>	80
Figura 3.68: Instalación de Limpia Tu <i>Kodi</i>	80
Figura 3.69: Configuración Limpia Tu <i>Kodi</i>	81
Figura 3.70: Parámetros de Limpia Tu <i>Kodi</i>	81
Figura 3.71: Parámetros de Limpia Tu <i>Kodi</i>	81
Figura 3.72: Configuración de <i>Buffer</i>	82
Figura 3.73: Instalación del <i>repository Zomboided</i>	83
Figura 3.74: Instalación de <i>Manager for OpenVPN</i>	83
Figura 3.75: Configuración de VPN.....	83
Figura 3.76: Instalación de Balandro.....	84
Figura 3.77: Menú inicial Balandro.....	85
Figura 3.78: Configuración general	86
Figura 3.79: Filtros.....	86

Figura 3.80: <i>Autoplay</i>	87
Figura 3.81: Opciones visuales.....	87
Figura 3.82: Actualizaciones.....	87
Figura 3.83: Guardar contenido.....	88
Figura 3.84: Gestión de contenido.....	88
Figura 3.85: Instalación de repositorio Alfa.....	88
Figura 3.86: Instalación <i>Add-on</i> Alfa.....	89
Figura 3.87: Videoteca.....	89
Figura 3.88: <i>Scraper</i> para películas.....	90
Figura 3.89: <i>Scraper</i> para Series.....	90
Figura 3.90: Menú Inicial de alfa.....	91
Figura 3.91: Configuración de alfa.....	91
Figura 3.92: Filtro de idioma y <i>Autoplay</i> en Alfa.....	91
Figura 3.93: Caché en Alfa.....	92
Figura 3.94: Instalación del repositorio Fusión.....	92
Figura 3.95: Instalación de Fusion Org.....	92
Figura 3.96: Menú inicial Fusión Org.....	93
Figura 3.97: Instalación de <i>Youtube</i>	94
Figura 3.98: Instalación de <i>Youtube</i>	94
Figura 3.99: Instalación de Agora.....	95
Figura 3.100: <i>Reset</i> de Agora.....	95
Figura 3.101: Activación de parámetros en Agora.....	96
Figura 3.102: Instalación del repositorio <i>Tvchopo</i>	96
Figura 3.103: Instalación del <i>add-on Tvchopo</i>	97
Figura 3.104: Instalación de <i>PVR IPTV Simple Client</i>	97
Figura 3.105: Configuración de la lista m3u.....	98
Figura 3.106: Instalación de radio.....	99
Figura 3.107: Menú inicial de Radio.....	99
Figura 3.108: Instalación de repositorio CastagnalT.....	100
Figura 3.109: Instalación de <i>Netflix</i>	101
Figura 3.110: <i>Netflix</i>	101
Figura 3.111: Credenciales del usuario en <i>Netlix</i>	101
Figura 3.112: <i>Widevine CDM</i>	102
Figura 3.113: <i>Widevine CDM</i>	102
Figura 3.114: Acuerdo de licencia con el usuario final.....	102
Figura 3.115: Extracción de la imagen <i>Chrome OS</i>	103
Figura 3.116: Apariencia <i>Estuary</i> de <i>Kodi</i>	103

Figura 3.117: Instalación de Bello7	104
Figura 3.118: Activación de Bello7	104
Figura 3.119: Personalización Bello7	105
Figura 3.120: Fabricación de las secciones	105
Figura 3.121: Aspecto de los <i>widget</i> 's para series, películas, documentales y radio	105
Figura 3.122: Elaboración del menú para la sección series	106
Figura 3.123: Elaboración del <i>Widget</i> para la sección series	107
Figura 3.124: Elaboración del menú para la sección películas	108
Figura 3.125: Elaboración del <i>Widget</i> para la sección películas	109
Figura 3.126: Elaboración del menú para la sección <i>YouTube</i>	110
Figura 3.127: Elaboración del menú para la sección documentales	110
Figura 3.128: Elaboración del <i>Widget</i> para la sección documentales	111
Figura 3.129: Elaboración del menú para la sección <i>Netflix</i>	111
Figura 3.130: Elaboración del menú para la sección radio	112
Figura 3.131: Elaboración del <i>Widget</i> para la sección radio	112
Figura 3.132: Elaboración del menú para la sección televisión	113
Figura 3.133: Elaboración del <i>Widget</i> para la sección de Televisión	114
Figura 3.134: Elaboración del menú para la sección de dragón <i>ball</i>	114
Figura 3.135: Configuración del mando remoto para la interfaz	115
Figura 3.136: Configuración del mando remoto	115
Figura 3.137: Configuración del mando remoto	116
Figura 3.138: <i>Web Video Caster</i>	116
Figura 3.139: Configuración de transmisión del contenido multimedia	117
Figura 3.140: Configuración de la aplicación <i>Web Video Caster</i>	117
Figura 3.141: Configuración de idioma en <i>Lakka</i>	118
Figura 3.142: Configuración de <i>Wi-Fi</i> en <i>Lakka</i>	118
Figura 3.143: Servicios Samba y SSH	119
Figura 3.144: Conexión de dispositivos <i>Lakka</i> y PC	119
Figura 3.145: Transferencia de videojuegos	120
Figura 3.146: Lectura de juegos en <i>Lakka</i>	120
Figura 3.147: Configuración del <i>gamepad</i>	121
Figura 3.148: Asignación de núcleos a los juegos	121
Figura 3.149: Transferencia de <i>Bios</i>	122
Figura 3.150: Menú de apariencia en <i>Lakka</i>	122
Figura 3.151: Prueba de visualización mediante salida HDMI	123
Figura 3.152: Prueba de visualización mediante salida RCA	123
Figura 3.153: Prueba de funcionamiento del arranque dual	124

Figura 3.154: Interfaz del centro multimedia	125
Figura 3.155: Funcionamiento sección Dragón <i>Ball</i>	125
Figura 3.156: Funcionamiento sección radio.....	126
Figura 3.157: Funcionamiento sección películas.....	126
Figura 3.158: Funcionamiento sección <i>YouTube</i>	127
Figura 3.159: Funcionamiento de la sección <i>Netflix</i>	127
Figura 3.160: Funcionamiento sección documentales.....	128
Figura 3.161: Funcionamiento de la sección series	128
Figura 3.162: Funcionamiento de la sección Televisión	129
Figura 3.163: Funcionamiento de la interfaz del emulador	129
Figura 3.164: Funcionamiento de los videojuegos retro	130
Figura 3.165: Corrección del error por visualización conexión <i>Wi-Fi</i>	131
Figura 3.166: Corrección del error de visualización interfaz	131
Figura 3.167: Configuración de las DNS de <i>Google</i>	132
Figura 3.168: <i>Google Cloud Platform</i>	133
Figura 3.169: Proyecto KodiYoutube	133
Figura 3.170: <i>YouTube Data API v3</i>	134
Figura 3.171: Credenciales de KodiYoutube.....	134
Figura 3.172: <i>API Key</i>	135
Figura 3.173: Claves de acceso ClienteYoutube.....	135
Figura 3.174: Ingreso de las claves de acceso para <i>YouTube</i>	135
Figura 3.175: <i>Módulo Widevine CDM</i>	136
Figura 3.176: Cambio de dominio sección películas	137
Figura 3.177: Actualizaciones automáticas	138
Figura 3.178: Actualizaciones manuales.....	138
Figura 3.179: Actualizaciones Disponibles.....	139
Figura 3.180: Lectura de <i>Lakka</i>	139
Figura 3.181: Revisión de las <i>playlists</i>	140
Figura 3.182: Revisión de los juegos arcade	141
Figura 3.183: Estructura de la lista Mame 2010.....	142
Figura 3.184: Escaneo de carpetas	142
Figura 3.185: Eliminación de juegos duplicados	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Resoluciones de vídeo	8
Tabla 1.2: Diferencias entre procesadores x86 y ARM.....	18
Tabla 1.3 Diferencias entre dual core y quad core.....	19
Tabla 3.1: Microcomputador ideal vs microcomputadores.....	41
Tabla 3.2: Servicios brindados por el prototipo vs la competencia.....	54
Tabla 3.3: Costos de implementación	143

RESUMEN

El proyecto empieza con una breve introducción, la cual menciona la problemática actual en el pueblo ecuatoriano con respecto a la posesión y uso de televisores *Smart*, debido a que muchas personas no tienen acceso a diversas formas de entretenimiento ya que no tienen un dispositivo inteligente, pero cuentan con otro tipo de dispositivos finales para reproducir video como televisores antiguos y monitores, por tal motivo se diseñó y elaboró un prototipo para convertir dichos aparatos arcaicos en equipos inteligentes. Además, se mencionan conceptos e ideas fundamentales de cada elemento de software y hardware que integra el prototipo.

Posteriormente en el segundo apartado, se analiza el orden de ejecución del proyecto y los pasos para realizarlo, de igual manera se revisan las diversas metodologías ejecutadas en el desarrollo del mismo.

En el tercer apartado, se describe detalladamente los requerimientos de cada uno de los elementos de software y hardware del prototipo, configuraciones, diseño, implementación y pruebas de funcionamiento para cada sección de entretenimiento del prototipo.

En la penúltima sección, se presentan conclusiones y recomendaciones acerca del prototipo y su efectividad.

Finalmente, en el quinto apartado se incluye la bibliografía examinada y el anexo pertinente para controlar y manejar el prototipo por el usuario.

Palabras clave: microcomputador, media center, *add-on*, *widget*, *Kodi*, *Lakka*.

ABSTRACT

The project begins with a brief introduction, which includes the current problem with the Ecuadorians regarding the use of smart devices, many people do not have access to various forms of entertainment because they do not own a smart device but have end devices to play video such as old TVs and monitors, therefore the prototype was designed and developed to convert those archaic devices into smart devices. In addition, fundamental concepts and ideas of the software and hardware which integrates the prototype are mentioned.

Subsequently, the second section analyses the implementation order of the project and the steps to carry it out, in the same way various methodologies employed in the development of the project are reviewed.

The third section describes in detail the requirements of the prototype including software and hardware, configurations, design, implementation, and operational testing for each prototype entertainment section.

In the penultimate section, conclusions and recommendations are presented about the prototype and its effectiveness.

Finally, the fifth section includes the bibliography examined and the relevant annex to control and manage the prototype by the user.

Keywords: *microcomputer, media center, add-on, widget, Kodi, Lakka.*

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de titulación presentado plantea la elaboración de un prototipo que permite el acceso a contenido de entretenimiento por medio de televisores no inteligentes o monitores a través del Internet. De esta forma se permite reutilizar a aparatos electrónicos arcaicos en un hogar.

La tecnología actual produce una evolución en los televisores los cuales pasaron de solo tener capacidad para reproducir contenido local o por cable a poder acceder a cualquier servicio de entretenimiento mediante Internet por esta razón los televisores inteligentes están en auge. Estos aparatos electrónicos empezaron a tomar el mercado en el año 2011 cuando las marcas más reconocidas (Sony, Samsung, Philips, LG, Panasonic, entre otras) procedieron a lanzar su producto. Según *Global OTT TV & Video Forecast* (pronósticos globales de TV y video OTT) en el año 2020 los servicios de suscripción para servicios de *streaming* y PPV (pago por ver) se incrementaron en 50000 millones de dólares como se muestra en la figura 1.1. [1]

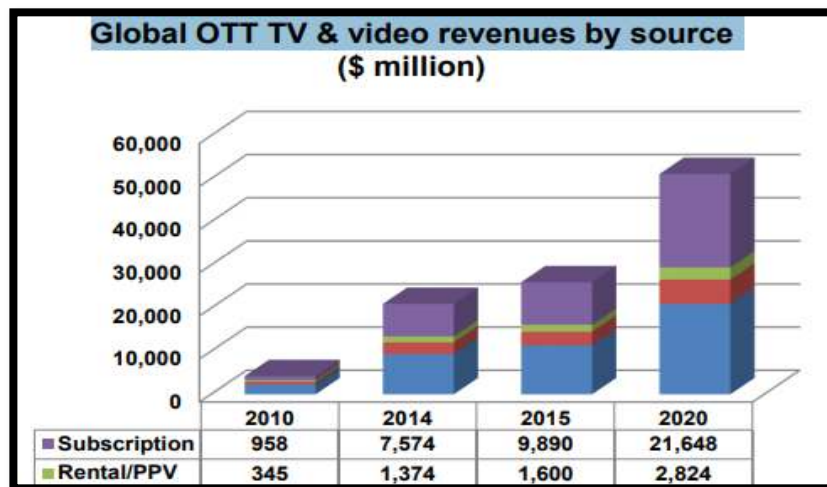


Figura 1.1: Incrementó de los servicios de streaming y PPV en el año 2020 [1]

En el Ecuador entre los años 2010 y 2015 se redujo el uso de televisores no inteligentes pero se incrementó el uso de Internet el cual era de 49% y pasó a 67%. Las conexiones de Internet llegan a la mayoría de ecuatorianos se estima un 44.6% de la población urbana y un 16.4% de la población rural tienen acceso a este medio de comunicación como se muestra en la figura 1.2. [2]

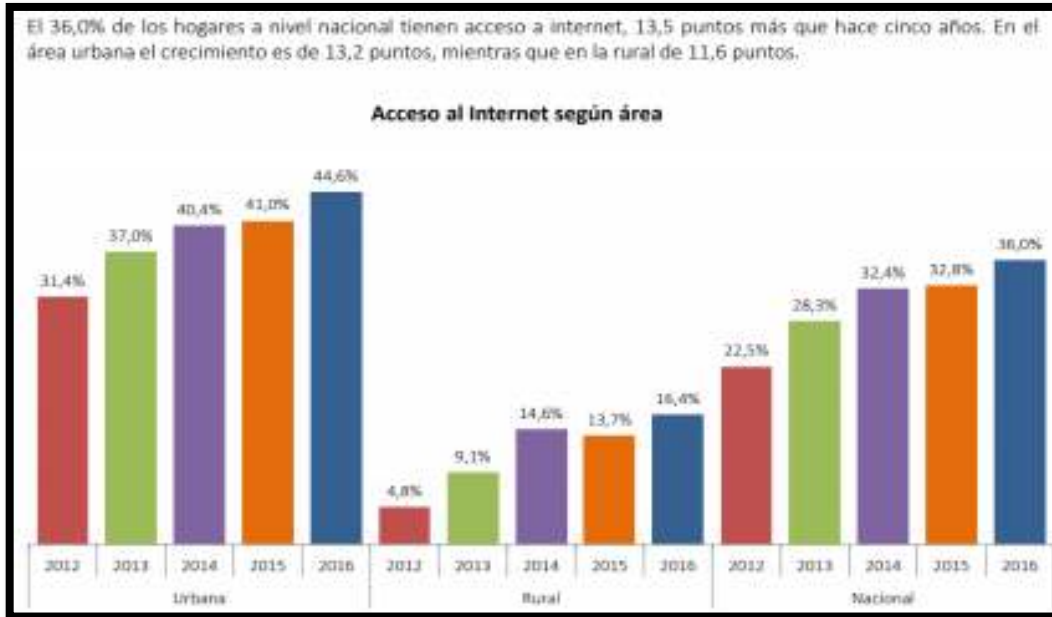


Figura 1.2: Porcentaje de acceso a internet - ENEMDU (2012-2016) [2]

En una encuesta realizada en la ciudad de Guayaquil se arrojaron los siguientes datos estadísticos:

Dando como resultado que la mayoría de la población (41%) posee un equipo de 1 a 3 años de antigüedad como se indica en la figura 1.3

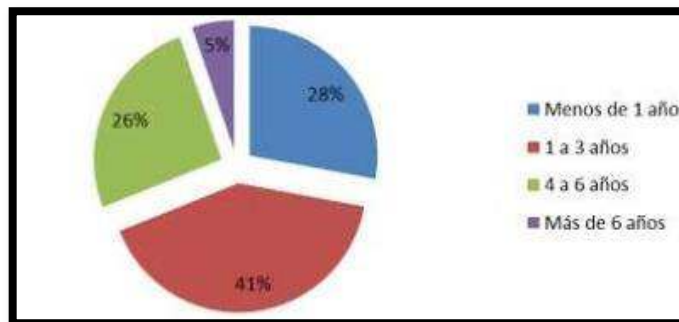


Figura 1.3: Antigüedad de Televisores [3]

Tan solo el 66% de la población posee un *Smart TV* como se indica en la figura 1.4.

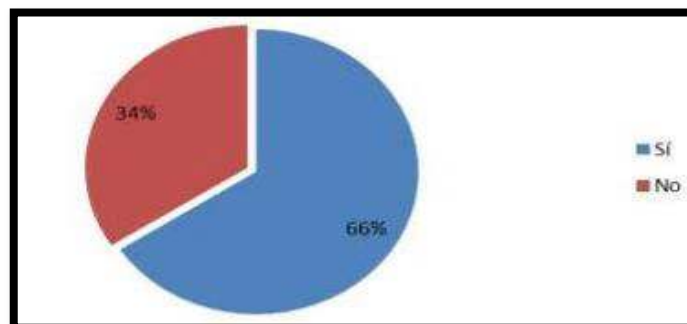


Figura 1.4: Posesión de *Smart TV* [3]

El 57% de personas buscan reemplazar su televisor actual por uno más moderno y el 16% lo reemplazará por daños. La figura 1.5 muestra estos datos estadísticos. [3]

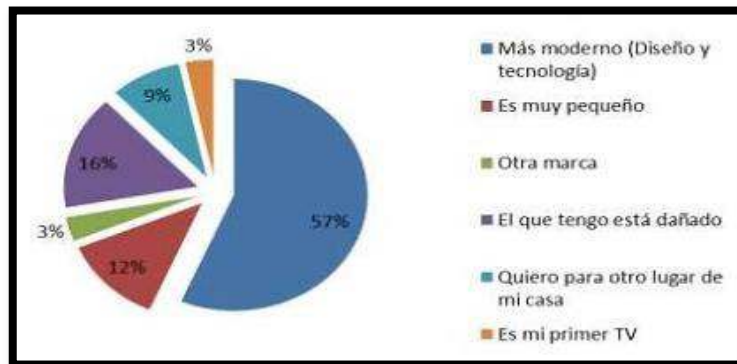


Figura 1.5: Opinión de la ciudadanía acerca de televisores [3]

El televisor de tubo de rayos catódicos es uno de los más antiguos, se usaba con algunas restricciones como: el peso, tamaño y baja definición (ver figura 1.6). En el año 1996, la compañía *Philips* presentó los primeros televisores plasma con pantallas planas y delgadas (ver figura 1.7). Para el año 2009 llegaron al mercado los televisores LED, estos aparatos cambiaron las grandes cajas negras antiguas por modelos más sencillos y livianos (ver figura 1.8).

Los televisores antes mencionados solo pueden acceder a televisión local, televisión por cable o televisión satelital, además permiten usar reproductores VHS o DVD. En cambio, los *SmartTVs* permiten al dispositivo acceder a cualquier servicio de contenido multimedia mediante Internet sin tener que usar dispositivos electrónicos de apoyo (*laptop*, *Smartphone* o DVD) como se muestra en la figura 1.9. [4] [5]



Figura 1.6: Televisor de tubo [4]



Figura 1.7: Televisor de pantalla plana [4]



Figura 1.9: Televisor LCD [5]



Figura 1.8: Televisor Smart [5]

Un *SmartTV* en el país tiene un costo que varía entre los rangos de \$249.00 a \$8433.89 lo cual lo hace poco económico. [6], [7], [8]. En cambio, el costo de los monitores está alrededor de \$50 a \$300. [9] [10]. En el Ecuador existe un porcentaje considerable de personas que no poseen un *Smart TV* debido a su elevado precio, pero cuentan con un dispositivo electrónico capaz de reproducir imagen. La imagen dependerá de las limitaciones de estos dispositivos finales (TV y monitores).

En el proyecto de titulación presentado se realiza un conversor de televisores no inteligentes o monitores a dispositivos *Smart* para ello en el apartado de *hardware* el prototipo usa como base de funcionamiento un microcomputador el cual tiene variedad de aplicaciones tales como: *media center*, sistema de video vigilancia, mini pc, ambientación lumínica entre otros como se muestra en la figura 1.10. [11]

También cuenta con dispositivos de entrada y salida de tipo USB para manejar la interfaz, un ventilador y disipadores para evitar sobrecalentamientos en la placa y se usa un cable HDMI o un conversor para la visualización del contenido en los dispositivos finales.

En la parte de *software* el microcomputador emplea *software* libre ya que algunas distribuciones GNU/Linux están optimizadas para cumplir la función esencial del prototipo, además cuenta con un módulo *bluetooth* y diversos protocolos de comunicación para la transmisión de archivos y datos.

Conjuntamente se incluye un arranque dual en el prototipo mediante el uso de un *software* que permita generar un *multiboot* para de esta manera tener el centro multimedia y el emulador en un mismo sistema con un menú inicial. [12]



Figura 1.10: Microordenador y sus aplicaciones [12]

La idea fundamental del proyecto es implementar un prototipo capaz de convertir monitores o televisores no inteligentes en dispositivos *Smart* para ello se determinarán los requerimientos necesarios para la elaboración del prototipo, posteriormente se analizarán los diferentes dispositivos de *hardware* y *software* del mismo, consecuentemente se procederá a diseñar el prototipo, luego se implementará para finalmente realizar las pruebas de funcionamiento para evaluar su rendimiento.

1.1 Marco teórico

En esta sección se detallan los elementos de *software*, *hardware* y algunos conceptos necesarios para entender el funcionamiento del prototipo.

Software libre

Un *software* libre es aquel programa que posee cuatro libertades notables las cuales son las siguientes:

- Libertad de ejecutar y usar el *software* para cualquier proyecto o actividad.
- Libertad de analizar, modificar y estudiar el programa.
- Libertad de compartir copias para ayudar a la comunidad.
- Libertad de otorgar reproducciones de las versiones del programa modificado a intermediarios. [13]

Distribuciones Linux

GNU/Linux posee diferentes variantes, a estas se las conoce como distribuciones o distros, cada una de estas posee un nombre y un número de versión para identificarla.

Una distro de Linux es una unión de programas y aplicaciones que funciona juntamente con el *kernel* de Linux y se orienta a cumplir ciertas necesidades tales como manejo de gráficas, cortafuegos, servidores, entretenimiento, educativas, etc. [13] En la figura 1.11 se muestran algunas de las distros conocidas.



Figura 1.11: Distribuciones Linux [13]

Multiboot

Multiboot, arranque dual o multiarranque es la capacidad que tiene un ordenador, microordenador o equipo para tener varios sistemas operativos actuando en una misma unidad de memoria e iniciar con cualquiera de ellos. Al momento de inicializar estos sistemas por lo general aparece una pestaña con los sistemas operativos instalados y el usuario escoge uno de ellos, además este tipo de sistema permite a los usuarios tener la comodidad de disponer de varios programas para diferente uso en un mismo equipo. [14]

Advanced IP Scanner

Es un programa gratuito creado en el 2002 por *Famatech*, compañía de desarrollo de *software* para administración y control remoto de redes. Además en la actualidad es compatible con Windows 7,8, 8.1 y 10.

Funciones principales:

- Escanear y analizar una red LAN.
- Permite al usuario del programa visualizar la dirección IP y MAC de los dispositivos conectados en una red.
- Acceso a distancia a carpetas compartidas FTP.
- Acceso remoto mediante *Radmin* y RDP (Remote Desktop Protocol) a los dispositivos de la red.
 - RDP es un protocolo desarrollado por Microsoft que permite crear un escritorio remoto para controlar otro dispositivo.

- *Radmin* es un programa usado para controlar remotamente otro dispositivo en la red mediante el protocolo RDP.
- Permite ejecutar los protocolos Telnet y SSH.
- Permite ejecutar los comandos *Tracert* y *Ping* [15].

La finalidad del programa en el prototipo fue usarlo para transferir los archivos binarios (*roms*) de los videojuegos retro hacia el emulador.

DVI (*Digital Video Input*)

Estándar creado en 1999 por el consorcio industrial *Digital Display Working Group* y fue usado para transmitir únicamente video desde proyectores y monitores hacia computadoras. Este estándar fue el reemplazo de VGA pero posteriormente fue sustituido por HDMI.

Frame Rate

Término que indica el número de cuadros o imágenes por segundo tomadas por un dispositivo de video o mostradas por un dispositivo de visualización. Usualmente se usa la abreviatura *fps* (*frames per second* - cuadros por segundo).

Resolución

Indica el número de píxeles que contiene una imagen. Está determinada por dos cifras, la primera indica el número de píxeles en la horizontal (píxeles por línea) y la segunda indica el número de píxeles en la vertical (cantidad de líneas). En la tabla 1.1 se detalla cada estándar de resolución existente hasta la fecha.

Diferenciación y significado entre los formatos *p* e *i* en la resolución

La letra *i* hace referencia al sistema de escaneo entrelazado y la letra *p* al sistema progresivo en el cual las *frames* o cuadros surgen progresivamente, una detrás de la otra. Cada uno de estos formatos indica cómo se despliega cada cuadro que compone un video. La diferencia entre los formatos *p* e *i* es la forma en que las líneas aparecen ya que en el formato *i* las líneas horizontales impares surgen primero y luego se completan con las líneas pares en cambio en el formato *p* las líneas impares y pares se despliegan al mismo tiempo.

Tabla 1.1: Resoluciones de vídeo [16]

Resolución	Pixeles Horizontales x Verticales	Denominaciones	Uso en Equipos
8K	7680 x 4320	-	Televisores
4K (Cine)	4096 x 2160	4K	Proyectores
UHD	3840 x 2160	4K, Ultra HD	Televisores
2K	2048 x 1080	-	Proyectores
WUXGA	1920 x 1200	Widescreen Ultra Extendend Graphics Array	Proyectores y monitores
1080p	1920 x 1080	2K, Full HD	Monitores y televisores
720p	1280 x 720	HD	Monitores y televisores
SD PAL	720 x 576	Estándar Europeo	Televisores antiguos Europeos (Televisión Digital Terrestre)
SD NTSC	720 x 486	Estándar Americano	Televisores antiguos Americanos y japoneses (Televisión Digital Terrestre)

Estándar de transmisión de señal de vídeo CVBS (video compuesto) [16]

Responde a las siglas de *Composite Video Baseband Signal* (señal de video compuesto en banda base), este tipo de señales son analógicas y transmiten video sin sonido en una resolución estándar de 480i o 576i. Usualmente esta señal se transmite en los formatos estándar: NTSC, SECAM y PAL.

Funcionamiento [16]

CVBS combina en un cable los datos necesarios para visualizar el color de la imagen de video, así como los impulsos de sincronización entre el cuadro y la línea. Los tonos de la señal de video son una mezcla de la línea de brillo de la imagen y la subportadora modulada de la crominancia la cual lleva los datos del color, la unión del tono y la saturación de color. Fundamentalmente funciona con una técnica de división de frecuencia que combina la luminancia y crominancia, esta técnica es más compleja que los métodos usados para la multiplexación de estaciones de radio analógicas en bandas FM y AM.

Este funcionamiento es posible ya que la luminancia deja unos espacios en el espectro sin uso en los cuales se inserta la croma permitiendo de esta manera reducir a 5Mhz el ancho de banda utilizado, realizar esta técnica tiene inconvenientes al usarse en

imágenes complejas ya que los espacios sin usarse por la luminancia se pueden reducir demasiado provocando la distorsión de Moire. En la figura 1.12 se observa el funcionamiento y espectro de la señal CVBS, mientras que la figura 1.13 muestra la distorsión de Moire.

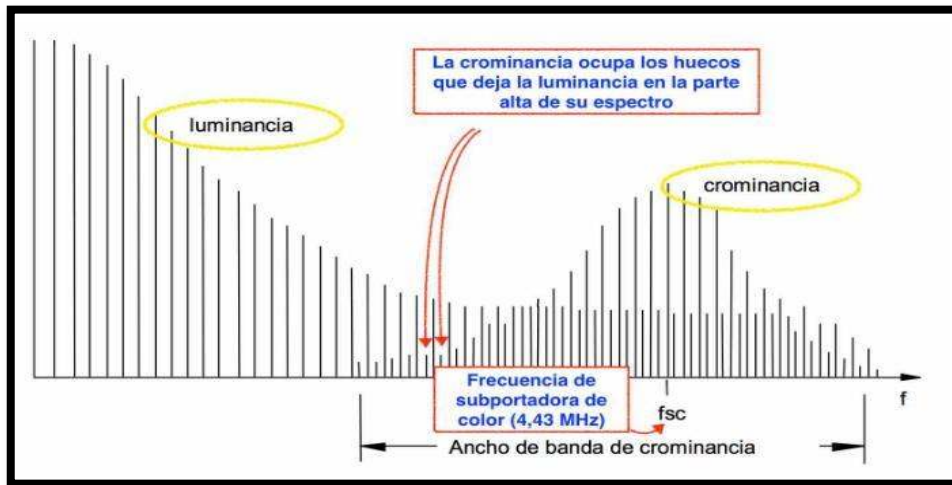


Figura 1.12: Espectro de CVBS [16]



Figura 1.13: Distorsión de Moire [16]

Streaming de video

Conocido también como transmisión o retransmisión radica en la descarga de datos a partir de un servidor. La ventaja del servicio de *streaming* consiste en que el usuario final no necesita esperar una descarga completa del contenido para empezar a usarlo.

Este servicio funciona mediante un *buffer* de datos creado en el ordenador, mini ordenador, celular, *tablet* o cualquier dispositivo electrónico que posea acceso a Internet, este *buffer* solo guarda datos temporales mientras el usuario accede al servicio, al culminar el *streaming* el *buffer* se elimina. El usuario puede acceder a este servicio

por medio de algunos *softwares* lo cual le permite conectarse al servidor mediante un enlace único habitualmente mediante un puerto.

Opciones de *streaming*:

- Radio *online*.
- Video *online*.
- Directos (música, videos, radio).
- Conferencias y seminario. [17]

Funcionamiento de *streaming*

En la figura 1.15 se muestra el funcionamiento general del servicio de *streaming*.

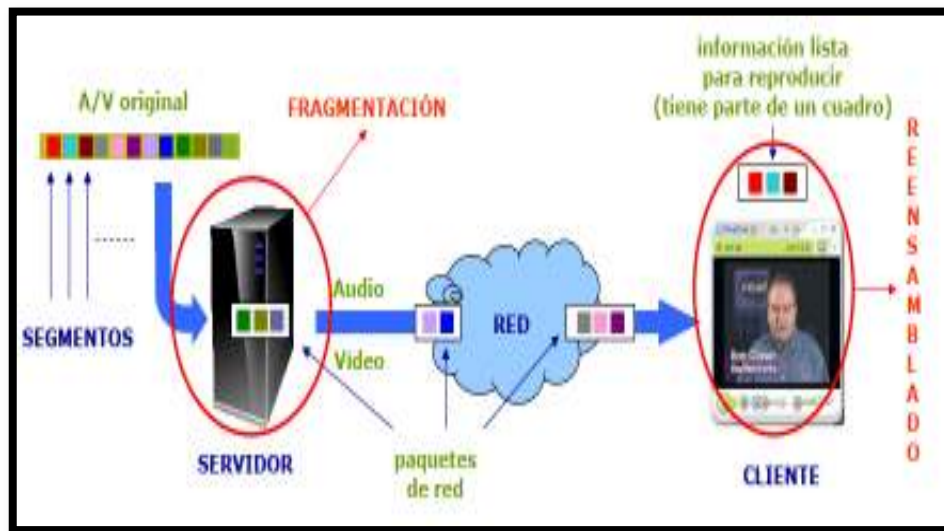


Figura 1.14: Servicio de Streaming [17]

- Al servidor llegan segmentos del audio y video original.
- Posteriormente el servidor envía paquetes de red en fragmentos a su destino.
- El cliente recibe los fragmentos, se re ensamblan y se reproducen.

Descarga tradicional vs *Streaming*

En la figura 1.16 se indica el funcionamiento de una descarga tradicional de un archivo multimedia y posteriormente en la figura 1.17 se indica el funcionamiento del servicio de *streaming*.

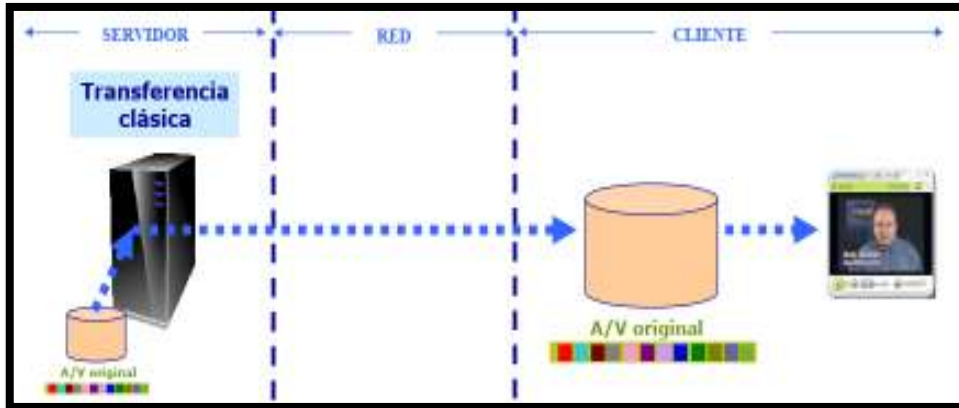


Figura 1.15: Descarga tradicional [17]

- En la descarga normal los archivos de audio o video se bajan totalmente y se guardan en el cliente para luego reproducirse.



Figura 1.16: Streaming [17]

- En el *streaming* los archivos de audio y video llegan en forma de segmentos mediante un flujo de paquetes hacia el cliente, luego se reproducen según el orden en que llegan para finalmente descartarse.

Tipos de Streaming

La diferenciación entre la transmisión en directo y bajo demanda se radica en que en directo el cliente ve únicamente lo que transmite el servidor en ese momento, además de no poder realizar muchas interacciones; en cambio, en bajo demanda el cliente tiene mayor control de interacciones y él decide en qué momento visualizar el contenido.

Formatos de almacenamiento

Estos formatos están enfocados en el servicio de *streaming* ya que permiten que la información pueda segmentarse y dividirse en flujos para ser transmitida, además permiten diferentes interacciones con el contenido.

Los formatos más conocidos son los siguientes:

- MOV (MOVie), QT (*Quick Time*) propiedad de Apple.
- FLV (*Flash Video*) propiedad de Adobe.
- WMV (*Windows Media Video*), ASF (*Advanced Streaming Format*) propiedad de Microsoft.
- RM (*Real Media*), RV (*Real Video*), RA (*Real Audio*) propiedad de *RealNetworks*.
- MPG y MP4 estándares.

Establecimiento de conexiones

En el servicio de *streaming* existen dos tipos de canales como se indica en la figura 1.18.

Canal para envío de información de contenido

- Es un canal unidireccional ya que únicamente el servidor transmite la información en un solo sentido hacia el cliente.

Canal para control del flujo de contenido.

- Es un canal bidireccional ya que este recibe las interacciones (saltos y pausas) de los usuarios y transfiere las respuestas.

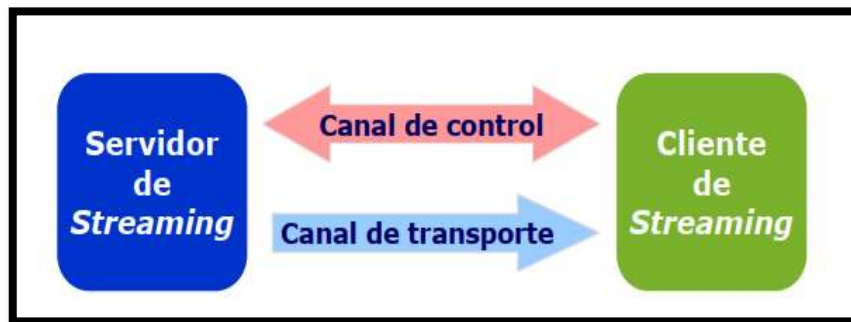


Figura 1.17: Canales [17]

Protocolos

El servicio de *streaming* maneja diversos protocolos los cuales se dividen en dos tipos de sistemas diferentes.

Sistemas con control en la transmisión

En este sistema existen dos canales de interacción entre los usuarios y el servidor de *streaming*. Uno de ellos se usa para la transmisión de datos TCP (Transmission Control Protocol)/RTP (Real Time Transport Protocol) /UDP (User Datagram Protocol) y el otro

se utiliza para el control de la sesión RTSP (Real Time Streaming Protocol). Se debe mencionar que el canal de control es bidireccional y el canal de transporte es unidireccional.

Transporte de datos a nivel de la capa de transporte

- TCP
- UDP
- Estándar RTP

Control a nivel de la capa de aplicación

- MMS (Microsoft Media Services) de Microsoft
- RTMFP (Real Time Media Flow Protocol) y RTMP (Real Time Messaging Protocol) de Adobe
- Estándar RTSP

Sistemas sin control en la transmisión

- HTTP

Protocolo RTSP

El protocolo RTSP admite la recepción de datos de contenido multimedia a partir de un servidor de *streaming* utilizando el protocolo TCP para envío de los datos de control, todo esto a nivel de la capa de aplicación. Además el protocolo controla e implanta uno o diversos flujos sincronizados de video y audio. Es decir, funciona como un control remoto de servidores multimedia. En la figura 1.19 se muestra el funcionamiento del protocolo RTSP.

Posee algunas semejanzas con el protocolo HTTP como la forma de los URL, negociación de contenidos multimedia entre el usuario y el servidor además del formato de las respuestas y peticiones. RTSP posee marcadas diferencias con HTTP las cuales son las siguientes: RTSP es un protocolo de estado, los datos son enviados mediante un protocolo diferente además cada flujo enviado puede residir en un servidor diferente y los servidores de igual manera que los usuarios pueden realizar peticiones.



Figura 1.18: Protocolo RTSP [17]

Protocolo RTP

RTP funciona sobre el protocolo UDP es usado para transmisiones en tiempo real con características especiales como marcas de tiempo y números de secuencia, posee un componente asociado el cual es RTCP (*Real Time Control Protocol*). Al usar UDP como protocolo de transporte se ve limitado ya que no garantiza la calidad del servicio, los paquetes lleguen desordenados y llegan con retardo a su destino. El protocolo RCTP se emplea para proporcionar información para controlar estas fallas.

Protocolo RTCP

RTCP es usado principalmente para otorgar mecanismos de realimentación para comunicar acerca de la calidad en la distribución de datos por lo tanto se encarga de transmitir periódicamente paquetes de control a todos los usuarios en una sesión. [17]

RetroArch

Es un programa que permite instalar varios emuladores y jugarlos en una misma interfaz, debido a que funciona como una vía interactiva entre el usuario y el libreto (librería de *cores* “núcleos” de varias consolas), por lo tanto, se puede considerar como un contenedor de emuladores. Además, el diseño de su interfaz es amigable con el usuario y tiene nueve secciones: menú principal, ajustes, favoritos, historial, imágenes, música, videos, salas de juegos en red e importar contenido.

Características

- Programa gratuito y de código abierto.
- Dispone de soporte continuo y actualizaciones.
- El usuario puede personalizar la interfaz gráfica.
- Disponible para cualquier plataforma de ordenadores, mini ordenadores, consolas y *smartphones*.
- Soporta multijugador a través de LAN.
- Dispone de un gran sistema de bibliotecas y catalogación de juegos.

- Graba partidas nativamente, tolera trucos y permite descargar automáticamente portadas de los juegos. [18]

RetroArch incluye una gran cantidad de emuladores, desde clásicos de antaño y específicos. En la figura 1.20 se mostrarán algunos de ellos.



Figura 1.19: Emuladores [18]

Microcomputador

Los microcomputadores se caracterizan principalmente por tener un único microprocesador en la placa base; por este motivo, también son llamados ordenadores de placa única. Aunque son dispositivos pequeños y con capacidades limitadas en comparación a una computadora tradicional, son capaces de funcionar con varios sistemas operativos para cumplir diferentes tareas o servicios que requiera un usuario. Los componentes esenciales de un microcomputador son los siguientes:

- Placa base.
- Memoria.
- GPU.
- CPU.
- Almacenamiento.
- Puertos de entrada y salida. [19]

En la figura 1.21 se muestra un microcomputador genérico.



Figura 1.20: Microcomputador [19]

LPDDR

Memoria destinada para dispositivos y computadoras móviles, se caracteriza por realizar dos operaciones a la vez en cada ciclo de reloj, es decir tiene la capacidad de activarse dos veces en cada ciclo de reloj ya sea por flanco (subida o bajada) o por nivel (alto o bajo). Abreviada también como SDRAM DDR de baja potencia posee varios estándares que han aparecido a partir de los años empezando por LP-DDR1, LP-DDR2, LP-DDR3, LP-DDR4, LP-DDR4X y actualmente LP-DDR5, en cada estándar superior se ofrece mayor ancho de banda, mayor velocidad de datos y mejor eficiencia energética. [20]

Procesador x86

Procesador desarrollado a base de la arquitectura CISC (*Complex Instrucción Set Computers*). Este tipo de arquitectura maneja instrucciones más complejas y es usado en estructuras complicadas que necesitan más trabajo en las instrucciones, funciones y

que posean más elementos en la composición. Este procesador es ideal para computadoras ya que posee una estructura más compleja que permite a la computadora ejecutar varios procesos al mismo tiempo con una única instrucción. En la figura 1.22 se indica un procesador x86 de la marca Intel. [21]

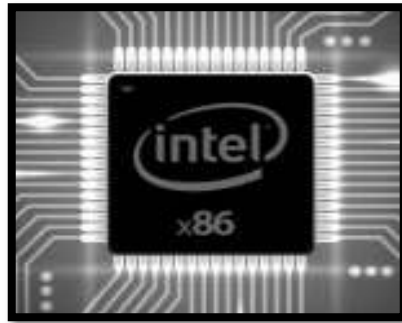


Figura 1.21: Procesador x86 Intel [21]

Procesador ARM

Un procesador que se desarrolla usando de base la arquitectura RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) maneja instrucciones más simples para ejecutar un proceso por lo tanto la ejecución se realiza de manera más rápida. El procesador ARM mantiene una cantidad pequeña de instrucciones además hace que las mismas sean muy simples de tal manera se logra ahorrar espacio en la implementación de estos circuitos electrónicos ya que necesitan menos elementos para su funcionamiento. Estos procesadores son los más usados y se encuentran en algunos dispositivos electrónicos como: microondas, lavadoras, *tablets*, juguetes y varios más. En la figura 1.23 se presenta un procesador ARM Cortex-A15. [21]



Figura 1.22: Procesador ARM Cortex-A15 [21]

En la tabla 1.2, se presenta algunas diferencias entre los procesadores x86 y ARM.

Tabla 1.2: Diferencias entre procesadores x86 y ARM. [21] [22]

Procesador	Ventajas	Desventajas
x86	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura bastante completa - Realiza varias tareas simultáneas - Posee un micro código que lo hace rápido y eficiente en procesos complejos - Demanda un solo comando para un proceso - Más potencia que ARM - Mejor rendimiento que ARM 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo alto de energía - Tamaño considerable en una placa - Más etapas de procesamiento para una tarea simple - Mayor número de elementos electrónicos en el circuito - Alto costo debido al mayor número de elementos y el micro código - Necesidad de disipadores térmicos y ventilación
ARM	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura simple - Consumo mínimo de energía - Tamaño pequeño en la placa - Menor número de elementos electrónicos en el circuito - Menos etapas de procesamiento - Procesos simples se ejecutan más rápido - Bajo costo debido al menor uso de elementos y al no poseer un micro código - No es obligatorio el uso de disipadores térmicos y ventilación 	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda el uso de varios comandos para un proceso - Menos potentes que el x86 - Procesos complejos tardan en ejecutarse - No realiza varias tareas simultáneas - Menor rendimiento que x86

Núcleos en el procesador

En el mercado actual se puede encontrar computadoras y microcomputadores de varios núcleos. El costo de un microcomputador depende también del número de núcleos que posee, además una cantidad mayor de núcleos en el procesador permite al dispositivo realizar varias tareas a la vez. El núcleo es el encargado de realizar el trabajo en la CPU; cada núcleo realiza una tarea por separado, por ejemplo en una computadora con dos núcleos el usuario puede estar jugando un videojuego *online* y a la vez tener abierta una

pestaña de YouTube con un video musical. Un núcleo trabajará en el funcionamiento del videojuego y otro núcleo trabajará en la pestaña de YouTube, así mismo la velocidad de reloj en los núcleos representa la rapidez en la cual trabajará la CPU.

En este apartado se hablará únicamente de *dual core* y *quad core*.

Dual Core

Los procesadores *dual core* son *chips* con dos núcleos en un microcomputador y son muy comunes debido a su bajo costo; además se ven igual físicamente que un procesador *quad core* ya que poseen los mismo pines, carcasa, y construcción.

Quad Core

Los procesadores *quad core* son *chips* dentro del microcomputador con cuatro núcleos aislados; igualmente poseen un diseño físico muy similar a *dual core*. [23]

En la tabla 1.3, se presenta algunas diferencias entre los *chips Dual Core* y *Quad Core*.

Tabla 1.3 Diferencias entre *dual core* y *quad core* [23]

Tipo de Núcleo	Ventajas	Desventajas
Dual core	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo - Ahorro de energía - Manejo de tareas simples con eficiencia y velocidad - Genera menos calor en la placa por tener menos núcleos 	<ul style="list-style-type: none"> - Posible desvaneciendo en el mercado - Menos eficiente y veloz que <i>quad core</i> - No puede manejar multitareas
Quad core	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor velocidad y eficiencia - Manejo de multitareas - Administración de tareas rápida y eficiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo - Genera más calor en la placa por poseer más núcleos - Más consumo de energía

Micro SD

Dispositivo de almacenamiento con varias capacidades que van desde 2GB hasta 2TB; se usa en varios equipos electrónicos tales como: celulares, tabletas, reproductores, consolas de videojuegos, computadoras, etc. Pertenece al formato de tarjeta de memoria *flash* de dimensiones pequeñas, fue elaborada en sus inicios por SanDisk una

empresa estadounidense dedicada a la elaboración de diferentes dispositivos de memoria *flash*.

Las tarjetas microSD se clasifican de dos formas:

Por su capacidad de almacenamiento:

SDSC: tarjetas con capacidad de almacenamiento hasta 2GB.

SDHC: tarjetas con capacidad de almacenamiento hasta 32GB.

SDXC: tarjetas con capacidad de almacenamiento hasta 2TB.

Cabe destacar que cada dispositivo electrónico donde se use estas tarjetas es compatible con uno de estos formatos de almacenamiento gracias a la retro compatibilidad, esto quiere decir que la tarjeta con mayor capacidad será compatible con las de menor capacidad pero no viceversa.

Por su clase (Indica su velocidad de escritura):

Clase 2: posee una velocidad de escritura de 2MB/s.

Clase 4: posee una velocidad de escritura de 4MB/s.

Clase 6: posee una velocidad de escritura de 6MB/s.

Clase 10: posee una velocidad de escritura de 10MB/s.

UHS Speed Class 1: posee una velocidad de escritura mínima de 10MB/s, pero posee un Bus mejor que clase 10.

UHS Speed Class 3: posee una velocidad de escritura mínima de 30MB/s.

La diferencia de clase de las tarjetas se adquiere por el tipo de bus y el sistema de transferencia de datos. De la clase 2 hasta la clase 6 poseen un bus estándar, la clase 10 posee un bus de alta velocidad y las clases UHS poseen un bus de ultra alta velocidad. [24]

Armazón o Carcasa

La mayoría de microcomputadores vienen desnudos, es decir, son únicamente una placa base con un montón de circuitos, módulos y puertos por lo tanto tenerlo descubierto no es seguro ya que golpes, caídas y polvo pueden afectar gravemente al dispositivo. La carcasa cumple la función de ser un chasis de protección para un microcomputador; de esta forma, se reduce el peligro de llegar a dañar la placa. En la figura 1.24 se muestra una carcasa genérica de un microcomputador. La única

consideración que se debe tener al elegir un armazón es tener en cuenta las medidas del modelo del dispositivo ya que debe ser compatible con las conexiones y puertos de entrada y salida. [25]



Figura 1.23: Armazón de un microcomputador [25]

Disipadores de calor

Los ordenadores, mini ordenadores y la mayoría de dispositivos electrónicos son sensibles al calor y sufren de sobrecalentamientos debido a un uso exigente de los mismos, por lo tanto el calor generado puede generar fallas leves y críticas en el funcionamiento del equipo. Por lo tanto, elementos como los disipadores son necesarios ya que estos evitarán dichas fallas. Básicamente un disipador es un elemento que se coloca dentro de la caja de un equipo electrónico y su función es dispersar el calor de la placa interna para evitar un sobrecalentamiento. La figura 1.25 presenta algunos disipadores colocados en un circuito. [26]



Figura 1.24: Disipadores de calor [26]

Mini ventilador

Como se mencionó, los equipos electrónicos son susceptibles a sobrecalentamientos cuando están en funcionamiento ya que la CPU, GPU, placa base y otros elementos electrónicos poseen un consumo eléctrico, porción del cual se vuelve calor. Un ventilador es un dispositivo común que tiene como función extraer el aire caliente del interior de un equipo electrónico y echarlo hacia el exterior. Generalmente, un mini ventilador se instala dentro de la caja de un equipo con una correcta orientación para de esta manera expulsar el aire por una rejilla de ventilación. Para tener un mejor control en los sobrecalentamientos, es recomendable usar un mini ventilador acompañado de disipadores. La figura 1.26 muestra un mini ventilador. Generalmente estos dispositivos poseen dos cables, uno de alimentación (rojo) y uno de tierra (negro). [26]



Figura 1.25: Mini ventilador [26]

Mini teclado inalámbrico

Dispositivo tipo USB inalámbrico que se utiliza como teclado y *touchpad* para manejar diferentes interfaces en *Smart Tv*, computadoras, minicomputadoras, etc. En la figura 1.27 se muestra un modelo.

Posee las siguientes características:

- Eficiente y respuesta rápida al ejecutar comandos.
- Batería de litio de larga duración.
- Ergonómico y compacto.
- Compatible con varios dispositivos y plataformas.
- Portabilidad y facilidad de uso.
- Alimentación 5v tipo USB.
- Dispositivo *Plug and Play* (Conectar y Usar). [27]



Figura 1.26: Mini Keyboard Rii [27]

Gamepad USB

Periférico alámbrico o inalámbrico, dependiendo del modelo; usado generalmente para el control en interfaces de videojuegos. Usualmente se caracterizan por tener una distribución clásica de botones, ser dispositivos *Plug and Play*, tener gran compatibilidad con juegos, poseer vibración, luces y ser ergonómicos. La figura 1.28 muestra un modelo transparente. [28]



Figura 1.27: Gamepad USB [28]

Cable HDMI

Tipo de cable que permite transmitir video y audio entre dos dispositivos en alta definición. La figura 1.29 muestra un cable HDMI genérico.

Tipos de conectores HDMI:

- Tipo A: habitualmente es el más usado y está formado por 19 pines. Además es compatible con DVI.
- Tipo B: formado por 29 pines y proyección para pantallas con mejor resolución.
- Tipo C: formado por 19 pines, se considera una versión mini del tipo A y es usado habitualmente en equipos portátiles.
- Tipo D: formado por 19 pines, se considera la versión micro del tipo A y fue fabricada para *smartphones*.

Desde la creación del estándar HDMI, han ocurrido varias modificaciones para mejorar la capacidad del mismo, por lo tanto, existen varias versiones desde la HDMI 1.0 que fue la primera y básica creada en el 2002 hasta la versión HDMI 2.0 la última versión creada en el 2013 que incrementa el ancho de banda hasta 18 Gbps y mejora la calidad de transmisión con 32 canales a 1536 kHz. [29]



Figura 1.28: Cable HDMI [29]

Convertidor HDMI2AV

Dispositivo electrónico cuya función es conectar equipos con salida HDMI a equipos antiguos con entrada de audio y video RCA. La función principal es convertir la señal HDMI en una señal de video compuesta AV (CVBS) y una señal de audio estéreo, también soporta señales del sistema DVI. Las señales HDMI son convertidas a definición estándar de 480i, 576i para reproducir dicha señal en televisores antiguos.

Además admite el estándar de televisión PAL y NTSC. El dispositivo electrónico HDMI2AV se presenta en la figura 1.30.

Características principales:

- Compatibilidad con HDMI 1.3.
- Baja potencia, no posee adaptador de corriente.
- No necesita controladores.
- Dispositivo *Plug and Play*.
- Un puerto de entrada HDMI estándar.
- Un puerto de salida RCA.
- Resolución de entrada HDMI:
 - 640x480@60Hz, 800x600@60Hz.
 - 1024x768@60Hz, 1280x720@60Hz.
 - 1280x1024@60Hz, 1360x768@60Hz.
 - 1600x1200@60Hz, 1920x1080@60Hz.
 - 480i/60Hz, 480p/60Hz, 576i/60Hz, 576p/60Hz.
 - 720p50/60Hz, 1080i50/60Hz, 1080p50/60Hz.
- Salida CVBS: NTSC y PAL.
- Señal de audio estéreo.
- Alimentación 5V tipo USB. [30]



Figura 1.29: MINI HDMI2AV [30]

Cable RCA macho

La antigua empresa electrónica estadounidense “Radio Corporation of America” elaboró y diseño este conector en el año 1940. RCA sustituyó al conector de audio y fue muy utilizado en reproductores DVD, cámaras, filmadoras, televisores, etc. Finalmente en los últimos años fue sustituido por HDMI.

El conector RCA macho posee un polo positivo en el centro, envuelto por un pequeño anillo metálico que tiene polaridad negativa, cabe destacar que el conector macho y hembra tienen una capa de plástico entre el polo central y anillo metálico que hace de aislante eléctrico como se muestra en la figura 1.31. El conector RCA tiene dos problemas fundamentales el primero es que no puede transportar múltiples señales por un solo cable y la señal RCA no es balanceada, por lo tanto, no son usados profesionalmente, se usan en aplicaciones en el hogar.

Significado de los colores del cable RCA:

Amarillo: transporta la señal de video en formato CVBS.

Rojo: transporta la señal de audio en el canal derecho.

Blanco: transporta la señal de audio en el canal izquierdo. [31]



Figura 1.30: Cable RCA MACHO [31]

Dispositivos finales de visualización de contenido

Dispositivos en los cuales el usuario puede visualizar, interactuar y controlar el contenido de entretenimiento del prototipo. En el proyecto de titulación se usan televisores no inteligentes para visualizar el contenido, los cuales pueden tener interfaz HDMI o RCA y también se emplean monitores.

2. METODOLOGÍA

Para la elaboración del prototipo se analizaron y adquirieron los componentes electrónicos necesarios para obtener un modelo optimizado y por ende un funcionamiento adecuado del centro multimedia y del emulador de juegos retro; de esta manera, se presenta al usuario final un prototipo de bajo costo que le permite personalizar la interfaz gráfica y acceder a servicios de entretenimiento mediante Internet.

El trabajo de titulación se divide en cinco partes: determinación de los requerimientos del prototipo, análisis de los dispositivos electrónicos a usar, diseño, implementación y pruebas para realizar corrección de errores.

Se empezó identificando los requerimientos del microordenador a utilizar en el modelo del prototipo, tipos de conectividad, almacenamiento, puertos, exigencias de energía y protección. El microcomputador debe estar conectado al tendido eléctrico del domicilio

mediante un cargador adecuado para el dispositivo, de esta manera se podrá obtener un funcionamiento óptimo. El almacenamiento del prototipo debe soportar algunos sistemas operativos en su memoria interna. El tipo de conectividad se divide en dos partes tanto para el uso de Internet mediante un módulo *Wi-Fi* o Ethernet y conectividad con dispositivos para transferencia de archivos usando un módulo *Bluetooth*.

La disponibilidad de los puertos se enfoca en la conexión de diferentes dispositivos electrónicos adicionales de tipo USB para manejo de la interfaz gráfica del modelo. El microcomputador deberá tener un armazón de protección para evitar caídas o golpes fuertes que afecten a la placa interna y un sistema de refrigeración para evitar sobrecalentamientos al momento de usarse por largos periodos de tiempo. Además, se elegirá los requerimientos de los monitores y televisores no inteligentes para que puedan conectarse al prototipo.

Posteriormente, se analiza el tipo de microcomputador a usarse fundamentándose en los existentes en el mercado y sus prestaciones, igualmente se escoge un conversor para los televisores antiguos con conexión RCA y para los monitores un cable HDMI. Luego, se determina los elementos electrónicos del sistema de refrigeración tales como disipadores y ventilador, además de los conectores adecuados para la unión de todos los dispositivos que intervienen en el prototipo tanto para su funcionamiento y protección. Luego, se selecciona el *software* adecuado y sus archivos adicionales necesarios para el arranque dual, *media center* y emulación de video juegos retro.

Se inicia la fase de diseño tomando en cuenta los requerimientos del microcomputador, conectores complementarios, sistema de refrigeración, protección y requisitos de los televisores no inteligentes o monitores para elaborar el prototipo. Además, se realiza un diagrama de distribución de los equipos en el prototipo y un diagrama de flujo para visualizar de mejor manera el funcionamiento del mismo.

Luego, se pasa a la fase de implementación, en la cual se unen, todos los elementos de *hardware* y *software* ya mencionados, para crear un prototipo con un adecuado funcionamiento y una buena presentación estética.

Posteriormente se ejecutan las pruebas de funcionamiento mediante la conexión del mismo hacia los televisores o monitores. Se prueba el arranque dual, servicio de multimedia, servicio de consola y si identifican errores para luego proceder a corregirlos. También, se elabora un manual de uso y mantenimiento del prototipo para que cualquier usuario que manipule el mismo pueda recurrir al manual en caso de alguna duda o algún error del sistema.

2.1 Las metodologías usadas en el proyecto

Metodología analítica

Se usó la metodología analítica en el aspecto de buscar una solución eficiente con los conocimientos ya adquiridos a lo largo de la carrera universitaria, identificando principalmente aquellas materias con conceptos y fundamentos esenciales para diseñar e implementar el prototipo para de esta manera lograr solucionar eficientemente el problema planteado.

Metodología exploratoria

La metodología exploratoria se usó para efectuar un análisis de las características esenciales de los dispositivos electrónicos a usar, además de los requerimientos tanto para *hardware* y *software* para de esta manera elaborar un modelo perfeccionado y estable que brinde al usuario final un servicio de entretenimiento a bajo costo mediante Internet.

Metodología experimental

Finalmente, se usó la metodología experimental para evaluar el rendimiento y corregir los errores del prototipo tanto en el apartado de *media center* como en la emulación de consolas de juegos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Requerimientos necesarios para la implementación del prototipo

Los requerimientos del sistema del prototipo deberán ser los siguientes:

- Capacidad de reproducir contenido multimedia a través de internet.
- Soportar la emulación de varias consolas de videojuegos retro.
- Poseer conexión hacia televisores antiguos y monitores.
- Tener puertos de entrada y salida para la conexión de varios periféricos para controlar la interfaz del mismo.
- Tener conexiones inalámbricas y de red.
- Incorporar un sistema de refrigeración para evitar sobrecalentamientos que afecten al funcionamiento de la placa.
- En el apartado estético, deberá ser de un tamaño mediano alrededor de 20 x 7 x 8 cm, además de tener tolerancia a golpes y caídas mediante su armazón principal.

Identificación de requerimientos del prototipo

Hardware

El cerebro del prototipo deberá tener la capacidad de ejecutar un *software* para generar un *multiboot* que contendrá al *media center* y al emulador en un mismo sistema; por tal motivo, se usará un microcomputador con un procesador adecuado ARM *quad core* para dar soporte y fluidez al rendimiento del sistema debido a que la mayor parte de la información es procesada allí, además de tener mínimo una memoria de 1GB de RAM para soportar el *streaming* de video y los gráficos del emulador.

La placa del microordenador deberá poseer los suficientes puertos de entrada y salida para la conexión de varios periféricos para el control de la interfaz tanto del centro multimedia y el emulador, además de poseer conexiones inalámbricas y acceso a red para la transferencia de archivos y datos.

Para la conexión hacia televisores antiguos mediante entrada RCA, el prototipo deberá usar un conversor HDMI a RCA; de esta manera, se transformará la señal HDMI saliente del microcomputador en una señal RCA.

Software

A nivel de *software*, el prototipo deberá usar un programa capaz de soportar en un mismo sistema al centro multimedia y al emulador mediante la elaboración de un menú recurrente; por lo tanto, se determinará posteriormente el uso de *Berrybott*, *PINN Lite* o *Noobs*, dependiendo el análisis del rendimiento de cada uno.

Softwares favorables para ejecutar un menú inicial

- **Berrybott:** es un instalador de programas que permite generar un *multiboot* pero necesita un dispositivo USB conectado para funcionar, además utiliza el sitio *web Sourceforge* para descargar los programas a instalar. Dicho sitio *web* no tiene el suficiente soporte en la actualidad, por lo tanto, si no funciona no se logrará descargar nada.
- **PINN Lite:** también es un instalador de programas, pero a diferencia de su competencia posee más variedad, pero necesita un disco externo para su óptimo funcionamiento, por tanto, no se ajusta al prototipo.
- **Noobs:** al igual que su competencia presenta varios programas a instalar pero en menor cantidad. La ventaja de *Noobs* es que cuenta con soporte continuo y propio de la fundación *Raspberry Pi*; por lo tanto, sus programas estarán actualizados y no presentarán errores por usar versiones obsoletas de programas. [32]

El centro multimedia deberá tener acceso a todo tipo de contenido multimedia mediante *streaming* y para ello deberá soportar varios protocolos para conectarse de manera concreta a los servidores sin presentar fallos en la reproducción de contenido; por tales motivos, se escogerá una distro GNU/Linux capaz de soportar dichas necesidades.

Softwares favorables para ejecutar un *media center*

- **XBMC:** principalmente fue creado para el uso exclusivo de la consola Xbox como aplicación para la reproducción de multimedia en el año 2002, pero posteriormente en los siguientes años fue evolucionado hasta convertirse en un *media center* completo que es compatible con varios sistemas operativos como: *Apple Mac, Microsoft Windows, Android, iOS y GNU/Linux*. [33]
- **LibreELEC:** es una distribución de *Linux* dedicada únicamente para la instalación de un centro multimedia que soporta varias plataformas como Linux, Microsoft Windows y Apple Mac. Además, posee varias imágenes para dispositivos como Banana pi, ODROID y Raspberry pi. [34]
- **OpenELEC:** es una distribución de *Linux* que se elaboró principalmente para dispositivos electrónicos pequeños de bajos recursos y para PC, pensando en otorgar al usuario un sistema multimedia a bajo costo. [35]

Para el emulador de videojuegos retro, de igual manera se elegirá una distro GNU/Linux, capaz de soportar varios emuladores, reconocer mandos para manejo de la interfaz y mostrar una interfaz amigable e intuitiva con el usuario.

Softwares favorables para ejecutar emuladores

- **Retro Pie:** un sistema operativo de código abierto creado para microcomputadores basado en una distribución de Linux llamada Raspbian que permite al usuario tener una interfaz para ejecutar y personalizar varios emuladores. [36]
- **Recallbox:** es conocido como un sistema operativo que ofrece al usuario reproducir variedad de contenido de consolas de videojuegos y plataformas retro en microcomputadores y computadoras. [37]
- **Lakka:** es una distribución de GNU/Linux fundamentada en OpenELEC y Retroarch para emular varias consolas, con una interfaz gráfica con semblante de centro multimedia muy parecido a los menús de Playstation 3 o PSP. Es una distribución compatible con microcomputadores de placa única como CuBox-i, HummingBoard, Raspberry pi y Banana pi, además de computadoras. [38]

Análisis de las prestaciones de un televisor antiguo contra un televisor *Smart*

Televisor antiguo

Este dispositivo tiene la capacidad de acceder a entretenimiento mediante antenas de TV, servicio de cable y un reproductor DVD. Un televisor antiguo no puede conectarse a una red para acceder a contenido multimedia debido a su limitación en su tecnología de construcción.

Televisor *Smart*

Este dispositivo tiene la capacidad de acceder a todo tipo de servicio multimedia mediante internet, además de tener la capacidad de conectarse a diversos dispositivos en una red para reproducir contenido.

Diferenciación

Un televisor inteligente tiene acceso a entretenimiento multimedia mediante internet, debido a este parámetro hoy en día un televisor no inteligente no tiene la capacidad de competir contra un dispositivo *Smart* ya que sus limitaciones tecnológicas lo impiden; por tal motivo el prototipo diseñado permitirá a un televisor no inteligente acceder a las capacidades de un televisor inteligente.

Requerimientos para reproducir contenido multimedia en relación a la calidad.

Para la visualización de contenido multimedia se usan diferentes tipos de resolución tales como SD, HD, FULL HD y 4k. Por tal motivo, también se analizó rigurosamente el *hardware* que poseen las diferentes placas de microordenadores para determinar cuál de ellos soportará todo el sistema del prototipo.

Requerimientos acorde al tipo de calidad:

SD (480p)

- Procesador Intel Pentium 4 de 2GHz.
- No necesita tarjeta gráfica (GPU).
- 128 MB de memoria (*RAM*) disponible.
- Velocidad de conexión a internet de 3 Mbps.

HD (720P)

- Procesador Intel Core 2 Duo o Quad de 2GHz – 2.5GHz.
- Tarjeta gráfica para una mejor visualización (no obligatoria).

- 256 MB de memoria (*RAM*) disponible.
- Velocidad de conexión a internet de 3Mbps - 5 Mbps.

FULL HD (1080p)

- Procesador Intel Core 2 Duo o Quad de 2GHz – 2.5GHz.
- Tarjeta gráfica para una mejor visualización (no obligatoria).
- 512 MB de memoria (*RAM*) disponible.
- Velocidad de conexión a internet de 5 Mbps. [39]

ULTRA HD (4K)

- Procesador Intel *Core Quad* de 2.5GHz – 2.6GHz
- Tarjeta gráfica necesaria
- 4-8 GB de memoria (*RAM*) disponible
- Velocidad de conexión a internet de 25 Mbps
- Pantalla compatible con 4K [40]

Requisitos para emuladores de videojuegos retro

Varios dispositivos electrónicos tienen la capacidad de emular consolas antiguas tales como: *GAMEBOY, NES, PSP, NINTENDO 64, MEGA DRIVE, SUPER NINTENDO, MASTER SYSTEM, ATARI Y DREAMCAST* mencionando las más icónicas o populares. Cada consola posee una cantidad enorme de juegos que pueden traer nostalgia a un jugador de antaño como se indica en la figura 3.1.

Los requisitos para emular la mayoría de las consolas mencionadas son los siguientes:

- Procesador de 32 o 64 bits mínimo Pentium 4.
- Tarjeta gráfica OpenGL o DirectX.
- Memoria de 2GB a 4GB.
- Almacenamiento disponible de 800MB.

Al ser una emulación de consolas retro, los requisitos no son muy exigentes ya que la mayoría de juegos no ocupan muchos recursos. [41] [42]



Figura 3.1: Consolas retro [42]

Puertos de entrada y salida

El microcomputador debe tener a disposición puertos de entrada para poder conectar periféricos simples tales como ratón, mini teclado, mandos de videojuegos y cable Ethernet para tener acceso a la red. También debe tener puertos de salida para conectarse hacia un dispositivo electrónico para tener visualización del contenido.

Puertos USB

El puerto USB se usa para conectar diferentes periféricos simples como teclados, mini teclados, *mouse* y mandos. Este puerto es estándar, por lo cual cualquier periférico se conectará de la misma forma. La característica significativa es que se conecta y se usa el periférico.

Puerto HDMI

Puerto usado para transmitir video en alta definición hacia dispositivos que permitan visualizar contenido multimedia.

Puerto Ethernet

Puerto que otorga la posibilidad de conectarse a Internet de alta velocidad. La velocidad varía entre 10Mb/s y 1000Mb/s dependiendo del ancho de banda y las limitaciones del microcomputador.

Conector de Alimentación

Puerto en el cual se conecta el cable de alimentación para el microcomputador. [43]

Conexiones inalámbricas

Módulo o *chip Wi-Fi*

El módulo *Wi-Fi* permite conectarse a dicha red inalámbrica que opera en las frecuencias de 2.4Ghz y 5Ghz y permite acceso a Internet a cualquier dispositivo electrónico además de eliminar el uso del cable clásico Ethernet.

Módulo o *chip Bluetooth*

El *chip bluetooth* permitirá usar este tipo de tecnología de redes inalámbricas de pequeño alcance que se usa para vincular dispositivos entre sí sin el uso de cables. [44]

Establecimiento de los requerimientos del microcomputador

Para identificar los requerimientos del microcomputador se realizó una investigación y análisis del *hardware* y *software* de 7 diferentes placas que se describirán en esta sección que ofrecen conectividad *Wi-Fi*, *Bluetooth* y puertos de entrada y salida para conectar diferentes periféricos, además de permitir una conexión con el Convertidor HDMI a AV hacia los televisores antiguos.

Con los requerimientos ya mencionados, el microcomputador a elegir deberá cumplir los siguientes aspectos:

- Deberá tener la capacidad de soportar *streaming* de video directo y bajo demanda mediante los protocolos requeridos.
- Deberá tener la capacidad de emular videojuegos retro de forma eficiente.
- El microcomputador usará un procesador *ARM* ya que tiene la capacidad suficiente para ejecutar las tareas requeridas en el prototipo; además estos procesadores al usar una estructura simple poseen menos etapas de procesamiento, usan menos elementos electrónicos en la placa por lo cual ahorran energía y su costo es más económico con respecto a un procesador x86.
- El procesador *ARM* del microcomputador deberá poseer un núcleo *quad core* a 64 bits, ya que el prototipo se verá en la necesidad de codificar videos, extraer archivos y enlazarse con servidores remotos para su funcionamiento.
- El microcomputador deberá tener una tarjeta gráfica *VideoCore* o *Mali* que soporte mínimo *OpenGL ES 2.0* para tener una buena fluidez en la consola retro.
- El microcomputador deberá tener mínimo 2 o 3 puertos *USB*, un puerto *HDMI*, un puerto *Ethernet*, cable de alimentación hacia la red del hogar y un módulo *Wi-Fi* y *bluetooth*.

Comparación de diferentes microcomputadores en el mercado

Arduino Yún Rev 2

Fabricado por la compañía de desarrollo de *software* Arduino, este dispositivo se muestra en la figura 3.2. Es una tarjeta que combina el uso de Linux conjuntamente con Arduino y posee las siguientes especificaciones técnicas:

- Microcontrolador ATMEGA32u4.
- Microprocesador Atheros AR9331 con arquitectura MIPS a 400Mhz.
- Memoria *RAM* 64 MB DDR2+.
- Memoria *Flash* 16 MB.
- Puerto USB: 2.0 *Host/Device*.
- Ranura microSD.
- Módulo *Wi-Fi* IEEE 802.11 b/n/g.
- Interfaz ETHERNET: IEEE 802.3 10/100Mbit/s.
- Alimentación de 5 voltios a 2 A.
- Precio referente \$59.00. [45]

Esta tarjeta es la única de la compañía Arduino que tiene algunas características ideales para el proyecto pero su función está enfocada en proyectos IoT. Anteriormente existía otra tarjeta llamada Arduino Tian pero esta fue retirada del mercado. Además, la funcionalidad de las placas Arduino se ve enfocada más en ejecutar un programa repetidamente o en tener un único propósito; por esta razón, es usada en sistemas de iluminación, robótica, manejo de sensores, etc. En cambio, el proyecto tiene varios aspectos a cumplir y usar una placa Arduino no satisface de buena manera las necesidades para el prototipo, además de requerir *hardware* externo. [45]

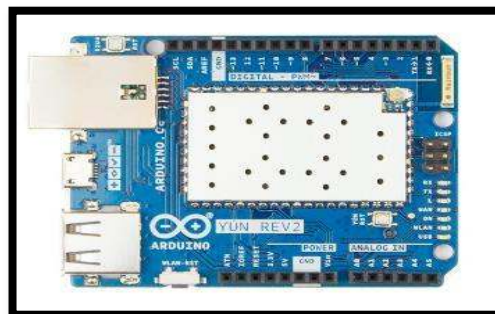


Figura 3.2: Arduino Yún Rev 2 [45]

ASUS Tinker Board S

Fabricado por la corporación multinacional de *hardware*, robótica y electrónica taiwanesa “Asus”, es un ordenador de placa única como se indica en la figura 3.3 que posee las siguientes especificaciones técnicas:

- Procesador Rockchip RK3288 Cortex-A17 *Quad-Core* a 1.8 GHz (32bits).
- GPU ARM Mali-T764 Compatible con 4k.
- Módulo *Wi-Fi* IEEE 802.11 b/n/g.
- Interfaz Gigabit Ethernet.
- Almacenamiento interno de 16GB eMMC *flash*.
- Ranura micro SD.
- 4 Puerto USB: 2.0.
- *RAM* de 2 GB de LPDDR3 de doble canal.
- Ranura MIPI de 15 pines (cámara).
- GPIO de 40 pines.
- Módulo *Bluetooth* 4.0 + EDR.
- Interfaz HDMI.
- Alimentación de 5 voltios a 2 A.
- Compatible con Android y Linux.
- Precio referente \$90.00. [46]



Figura 3.3: ASUS Tinker Board S [46]

Banana Pi BPI M3

Microcomputador de código abierto elaborado por la empresa China Shenzhen SINOVOIP Co., Ltd. Banana pi es un computador de placa única como se muestra en la figura 3.4 con las siguientes especificaciones técnicas:

- Procesador Allwinner A83T ARM Cortex-A7 *Octa-Core* a 1.8 GHz (32bits)
- GPU PowerVR SGX544MP1.
- Módulo *Wi-Fi* IEEE 802.11 b/n/g.
- Interfaz Gigabit Ethernet.
- Almacenamiento interno de 8GB eMMC *flash*.
- Interfaz sata.
- Ranura micro SD.
- 2 Puertos USB 2.0 y 1 puerto USB OTG.
- RAM de 2 GB de LPDDR3 de doble canal.
- Interfaz de cámara CSI.
- GPIO de 40 pines.
- Modulo *Bluetooth* 4.0.
- Interfaz HDMI.
- Alimentación de 5 voltios a 2 A.
- Compatible con Android y Linux.
- Precio referente \$75.00. [47]



Figura 3.4: Banana Pi BPI M3 [47]

CubieAIO-A20 Board

Fabricado por la compañía *Cubie Tech Limited*, una empresa dedicada al desarrollo de tecnología integrada. Es un mini ordenador de una sola placa como indica la figura 3.5 y de código abierto que posee las siguientes especificaciones técnicas:

- Procesador Allwinner A20, *Dual-Core ARM Cortex-A7* a 1.08 GHz (32bits).
- GPU Mali 400 MP2.
- Módulo *Wi-Fi* IEEE 802.11 a/b/n/g 2.4Ghz con antena externa.
- Interfaz Gigabit Ethernet.
- Almacenamiento interno de 8GB eMMC *flash*.
- Ranura micro SD.
- Interfaz Sata.
- 6 Puertos USB 2.0 tipo A y 1 puerto USB 2.0 tipo B.
- *RAM* de 1 GB DDR3.
- Interfaz de cámara CSI.
- GPIO de 54 pines.
- Módulo *Bluetooth* 4.0 con antena externa.
- Módulo miniPCIe 3G/4G con comunicación de datos.
- Interfaz HDMI y VGA.
- Alimentación de 5 voltios a 4 A.
- Compatible con Android y Linux.
- Precio referente \$90.00. [48]

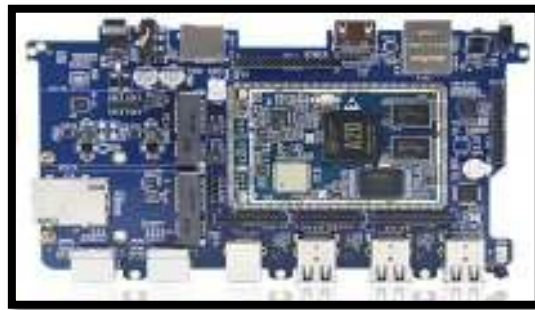


Figura 3.5: CubieAIO-A20 Board [48]

ODROID XU4

Elaborado por HARDKERNEL CO., LTD., una compañía de *hardware* libre con base en Corea del Sur. Es un dispositivo informático de placa única como se presenta en la figura 3.6 de nueva generación con mayor eficiencia y potencia en *hardware* que posee las siguientes especificaciones técnicas:

- Procesador Samsung Exynos5422 *ARM Cortex-A15 Quad 2.0GHz/Cortex-A7 Quad 1.4GHz (32bits)*.
- GPU Mali-T628 MP6.
- USB *Wi-Fi* IEEE 802.11 ac/b/n/g 2.4Ghz con antena externa.
- Interfaz Gigabit Ethernet.
- Módulo eMMC 5.0.
- Ranura micro SD.
- Adaptador USB Sata.
- 2 Puertos USB 3.0 tipo A y 1 puerto USB 2.0 tipo A.
- *RAM* de 2 GB LPDDR3.
- GPIO de 30 pines.
- Interfaz para acceder a una consola serial tipo Linux.
- Interfaz HDMI.
- Alimentación de 5 voltios a 4 A.
- Ventilador de enfriamiento activo/ enfriador pasivo integrado.
- Compatible con Android y Linux.
- Precio referente \$82.00. [49]



Figura 3.6: ODROID XU4 [49]

Orange Pi 4

Producto de *hardware* de código abierto fabricado por *Shenzhen Xunlong Software CO., Limited*. Es un mini ordenador de placa única como se indica en la figura 3.7 que cumple con las siguientes especificaciones técnicas:

- *Procesador Rockchip RK3399 6-Core ARM a 2.0 GHz (Cortex-A72 Dual /Cortex-A53 Quad (64bits).*
- GPU Mali-T864.
- Módulo *Wi-Fi* IEEE 802.11 a/ac/b/n/g.
- Interfaz Gigabit Ethernet.
- Almacenamiento integrado de 16GB eMMC *flash*.
- Ranura para TF *card slot*.
- 2 Puertos USB 2.0 tipo A, 1 puerto USB 3.0 tipo A y 1 puerto USB tipo C.
- RAM de 4 GB LPDDR4.
- GPIO de 40 pines.
- Interfaz HDMI.
- Módulo *Bluetooth* 5.0.
- Interfaz de cámara MIPI-CSI.
- Admite RTC.
- Microcontrolador PMU.
- Alimentación de 5 voltios a 3 A.
- Compatible con Android y Linux.
- Precio referente \$62.00. [50]



Figura 3.7: Orange Pi 4 [50]

Raspberry Pi 3 modelo B +

Microcomputador creado por la organización benéfica conocida como “Fundación *Raspberry Pi*” con sede en el Reino Unido. Este es un dispositivo informático de una sola placa como se muestra en la figura 3.8 que cumple las siguientes especificaciones técnicas:

- Procesador Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 1.4Ghz 64bits *Quad Core*.
- GPU *VideoCore IV*400MHz compatible con OpenGL ES 2.0 y OpenVG 1.1.
- Módulo Wi-Fi 2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11 /ac/b/n/g.
- Interfaz Gigabit Ethernet.
- Ranura para micro SD.
- 4 Puerto USB 2.0.
- *RAM* de 1 GB LPDDR2.
- GPIO de 40 pines.
- Interfaz HDMI.
- Módulo *Bluetooth* 4.2 BLE.
- Interfaz de cámara MIPI-CSI.
- Interfaz para pantalla táctil DSI.
- Salida de audio estéreo y CVBS.
- Alimentación de 5 voltios a 3 A.
- *Power-over-Ethernet* (PoE).
- Compatible con Android y Linux.
- Precio referente \$63.00. [51]



Figura 3.8: Raspberry Pi 3 modelo B + [51]

En base a las especificaciones indicadas de los micro y minicomputadores analizados, a continuación se realiza una tabla comparativa para seleccionar el dispositivo adecuado para el proyecto.

Comparación del microcomputador ideal contra los microcomputadores ya mencionados

En la siguiente tabla se añadirán las características en común que poseen los microcomputadores con el microcomputador ideal.

Tabla 3.1: Microcomputador ideal vs microcomputadores

<i>Microcomputador Ideal para el proyecto</i>	<i>Microcomputadores</i>						
	Arduino Yún Rev 2	ASUS Tinker Board S	Banana Pi BPI M3	CubieAIO-A20 Board	ODROID XU4	Orange Pi 4	Raspberry modelo E
- Procesador Quad Core Cortex-A57 o A53 (64bits)	- Ranura micro SD	- GPU Mali-T764	- Interfaz Gigabit Ethernet	- GPU Mali 400 MP2	- GPU Mali-T628 MP6	- Procesador Rockchip RK3399	- Procesador Broadcom BCM2835
- VideoCore	- Alimentación de 5 voltios a 2 A	- Compatible con 4k	- Ranura micro SD	- Interfaz Gigabit Ethernet	- USB ac/b/n/g	- Core ARM a 2.0 GHz	- Cortex-A53(ARM 1.4Ghz
- Módulo Wi-Fi doble banda	- Precio referente \$59.00. [45]	- Interfaz Gigabit Ethernet	- 2 Puerto USB 2.0 y 1 puerto USB OTG	- USB Wi-Fi IEEE 802.11 ac/b/n/g	- 2.4Ghz con antena externa	- Dual /Cortex-A72	- Quad Core GPU
- Ranura para micro SD	- Ranura micro SD	- Ranura micro SD	- RAM de 2 GB LPDDR3	- IEEE 802.11 ac/b/n/g con antena externa	- Interfaz Gigabit Ethernet	- A53 Quad (64bits)	- VideoCore IV400MHz compatible con Open ES 2.1
- Mínimo 3 a 2 puertos USB 2.0	- 4 Puerto USB: 2.0	- 2.0	- GPIO de 40 pines	- 2.4Ghz con antena externa	- Interfaz Gigabit Ethernet	- GPU Mali-T864	- con Open ES 2.1
- RAM mínima de 1 GB LPDDR3 o LPDDR2 para soportar los programas	- RAM de 2 GB LPDDR3	- RAM de 2 GB LPDDR3	- GPIO de 40 pines	- Ranura micro SD	- Ranura micro SD	- Módulo Wi-Fi IEEE 802.11 a/ac/b/n/g	- OpenVG
- GPIO de 30 pines	- GPIO de 40 pines	- GPIO de 40 pines	- Alimentación de 5 voltios a 2 A	- 6 Puerto USB 2.0 tipo A y 1 puerto USB 2.0 tipo B	- 2 Puerto USB 3.0 tipo A y 1 puerto USB 2.0 tipo A	- Interfaz Gigabit Ethernet	- Módulo 2.4GHz 5GHz
- Interfaz HDMI	- Interfaz HDMI + EDR	- Interfaz HDMI	- Alimentación de 5 voltios a 2 A	- RAM de 1 GB DDR3	- RAM de 2 GB LPDDR3	- 2 Puerto USB 2.0 tipo A,1 puerto USB 3.0 tipo A y 1 puerto USB tipo C	- 802.11 /ac/b/n/g
- Módulo Bluetooth	- Alimentación de 5 voltios a 2 A	- Alimentación de 5 voltios a 2 A	- Compatible con Android y Linux [47]	- GPIO de 54 pines	- GPIO de 30 pines	- Interfaz Gigabit Ethernet	- Interfaz Gigabit Ethernet
- Salida de audio estéreo y CVBS				- Módulo Bluetooth 4.0	- Interfaz HDMI	- Ranura USB	- Ranura micro SD

- Alimentación de 5 voltios a 3 A	- Compatible con Android y Linux [46]	- con antena externa	- Alimentación de 5 voltios a 4 A	- RAM de 4 GB LPDDR4	- 4 Puerto 2.0
- Compatible con Android y Linux	-	- Interfaz HDMI y VGA	- Compatible con Android y Linux [49]	- GPIO de 40 pines	- RAM de LPDDR2
- Precio máximo ideal \$70.00	-	- Alimentación de 5 voltios a 4 A	-	- Interfaz HDMI Módulo	- GPIO de pines
	-	- Compatible con Android y Linux [48]	-	- Bluetooth 5.0	- Interfaz F
	-		-	- Alimentación de 5 voltios a 3 A	- Módulo Bluetooth BLE
	-		-	- Compatible con Android y Linux	- Salida audio e y CVBS
	-		-	- Precio referente \$62.00 [50]	- Alimentación de 5 voltios a 3 A
	-		-	-	- Compatible con Android y Linux
	-		-	-	- Precio referente \$63.00 [51]

Tras haber realizado la comparación de dispositivos en la tabla 3.1, se ha llegado a la conclusión que el dispositivo adecuado para el proyecto es la *Raspberry Pi* Modelo B+ ya que es la que posee el mayor número de características en común con el dispositivo ideal.

Luego de la elección de la placa única se procederá a detallar algunos conceptos principales de la misma.

3.2 Análisis del *hardware* y *software* requerido para implementar el prototipo

Hardware

Características del microcomputador

Raspberry Pi Modelo B+

Mini ordenador lanzado en el año 2018 por la Fundación Raspberry Pi con mejoras enfocadas en la conectividad en red y eficiencia del procesador con respecto a sus antecesoras. Es un dispositivo muy pequeño con medidas en su placa base de 8.5 cm por 5.3 cm donde se encuentran ubicados la CPU, GPU, ranura microSD, 40 pines GPIO, módulos de conectividad y puertos de entrada y salida. [52]

Elementos principales

La placa base de este modelo tiene todos los elementos necesarios para funcionar como la parte fundamental del sistema del prototipo. En la figura 3.9 se detallan sus elementos primordiales.

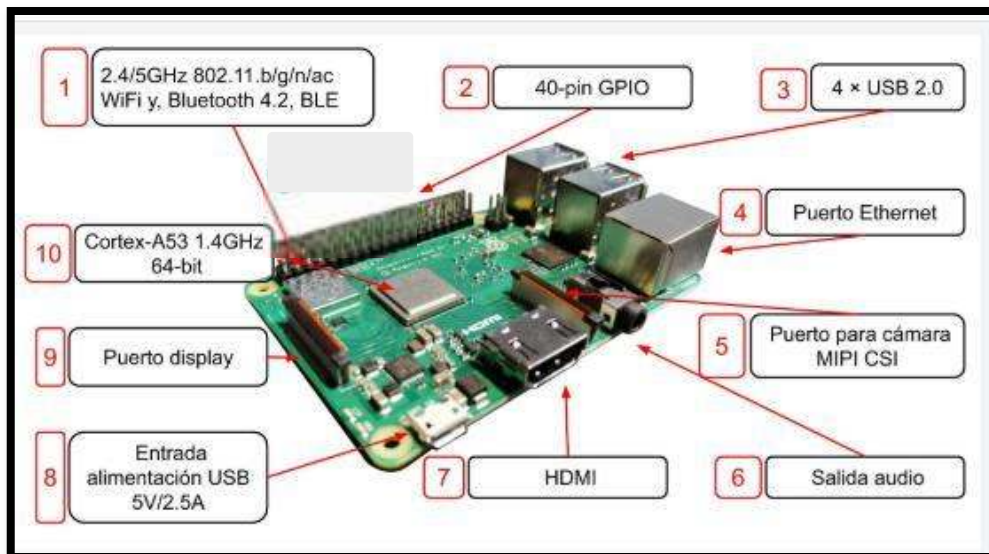


Figura 3.9: Elementos principales de la Raspberry Pi modelo B+ [52]

Todos los modelos de placas Raspberry Pi poseen pines GPIO (*General Purpose Input Output*), este tipo de pines pueden funcionar como entradas y salidas dependiendo del uso que le dé el usuario. Además, los pines 12,13 y 18 tienen la capacidad de tener señales PWM las cuales son usadas en el control de servomotores. Todos los pines no tienen *buffers* de protección, por lo tanto, se debe tener cuidado al momento de usarlos, siempre se debe revisar la tensión máxima que soporta cada pin de tal manera se evita daños en la placa. [53] La distribución de pines GPIO se muestra en la figura 3.10.

Distribución de pines GPIO:

- Rojo: alimentación a 5V.
- Amarillo: alimentación a 3.3V.
- Negro: tierra.
- Celeste: comunicación mediante el protocolo I2C.
- Azul: usados para conexión UART para puerto serie convencional.
- Rosado: comunicación mediante el protocolo SPI.
- Verde: entradas/salidas depende de la configuración del usuario.

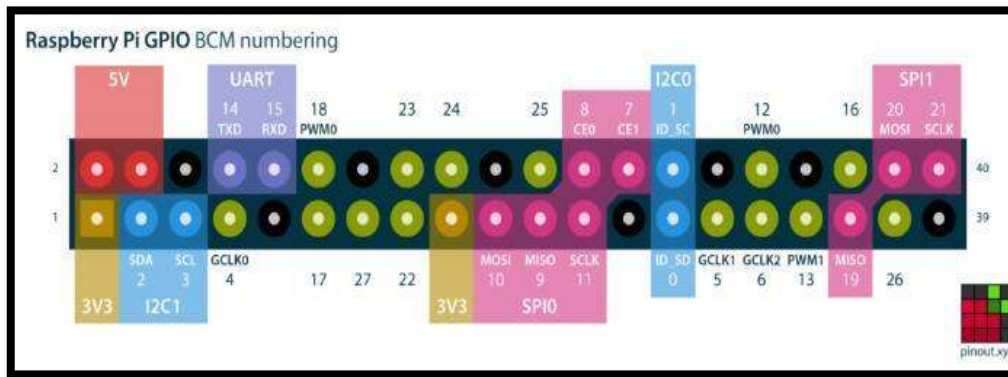


Figura 3.10: Distribución de pines GPIO [53]

Conectividad

En la placa base se encuentra ubicado un *chip* que controla a los módulos *Bluetooth* y *Wi-Fi* de baja energía (BLE), un detalle esencial del *chip* de conectividad *Wi-Fi* es poseer doble banda es decir puede conectarse a 2.4Ghz o 5Ghz. Además, el controlador *Ethernet* que tiene le permite alcanzar velocidades de 3000Mbps.

Alimentación

El microcomputador funciona con una energización de 5V/2.5A con un entrada tipo mini USB que puede ser suministrada por un cargador. Asimismo, posee un puerto de entrada HDMI y un conector para salida de audio.

Elementos complementarios

Después de la elección del microcomputador se procedió a seleccionar los elementos adicionales para su funcionamiento los cuales ya fueron descritos en el marco teórico, se muestran en la figura 3.11 y se indican a continuación:

- Armazón o carcasa.
- Mini ventilador.
- Disipadores.

- Micro SD.
- Mini keyboard Rii.
- Gamepad USB.
- Cables HDMI y RCA.
- Mini Convertidor HDMI2AV.
- Monitor y televisor no inteligente.

Cabe destacar la elección de dos elementos secundarios importantes:

- **Mini convertidor HDMI2AV:** fue seleccionado debido a que permite transformar la señal HDMI a RCA, por tal motivo permitirá al prototipo conectarse a televisores antiguos con este tipo de entrada para trabajar con ese tipo de señales. Existen otros modelos, pero trabajan con señales HDMI y serial por lo tanto no son compatibles con el prototipo.
- **MicroSD de 32GB:** la *Raspberry Pi* modelo B+ tiene una ranura para dichas tarjetas y la capacidad de 32 GB es suficiente para soportar los programas necesarios para el proyecto.



Figura 3.11: Elementos adicionales

Conclusión acerca del *hardware* del prototipo

El modelo microcomputador fue elegido debido a sus mejoras enfocadas en la conectividad en red y rendimiento de su procesador con respecto a sus predecesoras. De los 40 pines GPIO de la placa, únicamente se usarán dos para la alimentación del mini ventilador correspondiente al sistema de refrigeración, además se colocará un disipador de calor en el procesador y otro en el *chip Ethernet controller*.

La conectividad se establece mediante el *chip* que controla a los módulos *Bluetooth* y *Wi-Fi* de baja energía (BLE) y el puerto *Ethernet*, de esta manera se asegura una fluidez en la comunicación en red y transferencia de archivos en el prototipo. La microSD de 32GB soportará todo el sistema del prototipo la cual será insertada en la ranura de la placa destinada para la misma.

En el caso de ser el dispositivo final un monitor, se usará un cable HDMI conectado directamente hacia la salida de la placa del microcomputador, en caso contrario para la conexión en televisores antiguos se usará el mini convertidor HDMI2AV, para ello se utilizará un cable RCA hacia el televisor antiguo.

Finalmente, con respecto a los cuatro puertos de entrada y salida, se ocuparán dos para conectar los periféricos y manejar la interfaz.

Características de los dispositivos finales necesarias para conexiones

Los televisores no inteligentes y monitores deben presentar ciertas condiciones para poder conectarse al prototipo las cuales son las siguientes:

- En el caso de los televisores no inteligentes estos deben tener conexión RCA o conexión por HDMI. La figura 3.12 muestra conexiones HDMI y RCA [54]

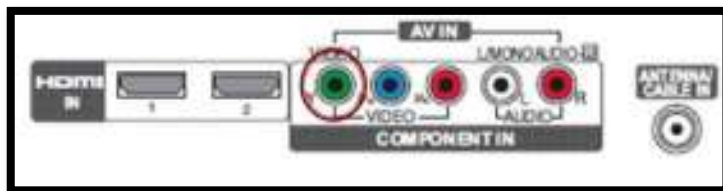


Figura 3.12: Conexiones HDMI y RCA [54]

- En el caso de los monitores estos deben tener una conexión HDMI. La figura 3.13 indica una conexión genérica HDMI de un monitor. [54]



Figura 3.13: Conexión HDMI [54]

Software

Distribuciones y archivos adicionales

Multiboot

El proyecto necesita dos sistemas operativos que convivan en el microcomputador; por lo tanto, se deberá elegir un *software* capaz de llevar a cabo esta tarea. Como se mencionó anteriormente, en la identificación de requerimientos de *software* existen 3 programas relevantes capaces para ello, los cuales son *Berrybott*, *PINN Lite* y *Noobs*.

La elección de *software* fue el programa *Noobs* ya que a diferencia de los demás, ofrece más fiabilidad, usabilidad y rentabilidad para el prototipo.

Noobs

Este programa permite instalar sistemas operativos tales como *Raspbian OS*, *Windows 10 IoT Core*, *Pinet Risc OS*, *LibreELEC*, *Lakka*, *Weather Station*, etc., en cualquier modelo de *Raspberry Pi* y crear un *multiboot*. Este programa se instala en una tarjeta microSD o en una memoria USB, posteriormente se enciende la Raspberry y aparece una interfaz gráfica que permite escoger los sistemas operativos a instalar.

Características principales:

- Navegador *web* preinstalado.
- Permite editar la configuración de los nuevos sistemas operativos previo a su instalación (parámetros de distribución, *overscan*, resolución de pantalla, etc.).
- Recuperación por línea de comandos de los sistemas operativos usando la partición de rescate que se crea automáticamente durante la instalación.
- El programa *Noobs* reside en la memoria, por lo cual se ejecuta siempre al iniciar el dispositivo; de esta manera se logra tener un menú inicial.
- Permite cambiar entre varios idiomas.

Versiones de Noobs:

- *Noobs*: es la versión más pesada (2GB) ya que su imagen incluye un sistema operativo que puede ser *Raspbian* o *LibreELEC*. Para descargar otros sistemas operativos se necesita tener una conexión a Internet.
- *Noobs Lite*: es una versión ligera debido a que no viene con ningún sistema operativo incluido, por lo tanto, pesa únicamente 38MB y necesariamente usa Internet para instalar cualquier SO. [55]

La versión de *Noobs* a elegir para el sistema del prototipo fue la versión *Lite* debido a que la otra versión viene preinstalada con *Raspbian* y dicha distro es innecesaria para el prototipo, además la versión *Lite* es más sencilla de instalar sin demoras y con su interfaz gráfica se procederá a descargar los SO adicionales.

Media Center

Programa que permite gestionar y tener acceso a películas, series, radio, música y documentales mediante una red local o Internet. Para cumplir estas tareas en el proyecto, se eligió una distribución conocida como *LibreELEC*, esta distribución se usó debido a que esta trabaja conjuntamente con el *software Noobs* y *LibreELEC* es uno de los programas que tiene más soporte en *Noobs*.

LibreELEC

Es una distribución de Linux gratuita y de código abierto cuya función principal es transformar un monitor, ordenador antiguo y televisor no *smart* en un *media center*. Esta distribución internamente viene con el *Kernel* de Linux y un programa llamado *Kodi*. No posee programas adicionales, paquetes extras, ni tampoco ficheros, únicamente trae *Kodi*. La ventaja esencial de esta distro es que está optimizada y elaborada solo para ejecutar *Kodi*. [56]

Kodi

Es una aplicación gratuita y de código abierto que funciona como centro multimedia. Es mantenido por donaciones y voluntarios, además la aplicación se instala como una página en blanco, es decir no incluye ningún tipo de contenido multimedia solo integra las opciones para configurar, programas y gestionar el contenido en el *media center* mediante una red local, servidores y servicios de *streaming* en la nube. En la figura 3.14 se muestra la interfaz gráfica de *Kodi*.



Figura 3.14: Centro multimedia empleando Kodi [57]

Add-ons en Kodi

Conocidos también como extensiones o complementos, son piezas de *software* basadas en *Python* que permiten añadir funcionalidades al centro multimedia, por lo tanto, esto permite personalizar la interfaz del mismo. La procedencia de los complementos puede ser de dos tipos: *add-ons* desarrollados por terceros y *add-ons* oficiales del repositorio de *Kodi*.

Para el centro multimedia se instalarán y configurarán varios *add-ons* para acceder a diversos servicios de entretenimiento como: películas, series, documentales, *YouTube*, *Netflix*, radio y una sección especial.

Dependencias en Kodi

Son programas simples basados en *Python (Script)* que forman parte de los *add-ons*, estos programas permiten un funcionamiento más eficiente y optimizado para el *media center*. Cabe recalcar que algunas dependencias son obligatorias y otras son netamente opcionales. Se instalarán las dependencias necesarias conjuntamente con los *add-ons* para evitar error o fallos en los mismos.

Scrapers en Kodi

En Kodi se integra la función para descargar automáticamente información de metadatos, ilustraciones, sinopsis y portadas relacionadas con películas, series, documentales, programas de TV, imágenes y música a través de raspadores *web (Scrapers)*. Los sitios más utilizados son *thetvdb.com* y *themoviedb.org* para obtener miniaturas y sinopsis de programas de televisión, series y películas.

Los *scrapers* forman parte de las dependencias de *Kodi* y se instalarán para brindar información acerca de películas, series, etc., de tal manera la interfaz del centro multimedia será más amigable con el usuario y más llamativa estéticamente.

Widget en Kodi

Es un acceso directo en una interfaz gráfica que permite al usuario acceder a cualquier contenido multimedia. Varios *widget's* serán programados en la interfaz del *media center* por lo tanto de esta manera se logrará una interfaz más intuitiva y amigable con el usuario.

Características principales de Kodi:

- Compatible con *GNU/Linux, Windows, macOS, iOS, Android y Raspberry Pi*.
- Es una aplicación modular, es decir se pueden añadir diferentes *add-ons* para agregar cualquier tipo de funcionalidad como: cambiar la interfaz y gestionar contenido multimedia.
- Compatibilidad con la mayoría de formatos de video, audio e imágenes.
- Permite decodificación de video acelerada por *hardware*, por tanto, permite reproducir videos en dispositivos económicos y de bajo rendimiento, únicamente teniendo una GPU compatible.

Requerimientos de hardware de Kodi

Los requerimientos para Kodi son básicos, únicamente necesita un controlador de *hardware* de gráficos 3D, *chips* GPU 3D y una CPU mínimo de dos núcleos para una reproducción fluida. Soporta OpenGL 1.3, OpenGL ES 2.0 o Direct 3D (DirectX) 9.0, sistemas x86 y ARM.

El procesador del microcomputador ya elegido soporta todos los requerimientos de *hardware* de *Kodi* mencionados.

A continuación se detallan más a fondo las funciones que permite *Kodi*, cabe mencionar que cada una de estas se configurará mediante *add-ons* y dependencias para un correcto funcionamiento.

Funciones

- Radio: transmite canales de radio en vivo mediante Internet. Esta función solo se habilita mediante *add-ons*.
- Imágenes: muestra imágenes mediante una red local e Internet.

- Televisión: transmite canales de televisión en vivo mediante Internet (IPTV). Esta función solo se habilita mediante *add-ons*. A continuación se indican los *Add-ons* de TV:
 - PVR IPTV *Simple Client*.
 - PVR *Demo Client*.
- Música: reproduce archivos de audio de varias maneras:
 - Mediante complementos desarrollados por terceros, estos usan Internet para reproducir los audios por *streaming*, radio, etc.
 - Mediante carpetas de archivos en una red local que contengan audios.
- Video: reproduce series, películas, documentales y caricaturas de diferentes maneras:
 - Usando complementos desarrollados por terceros que usan Internet incluida la transmisión en vivo, *streaming* de video, etc.
 - Videos guardados en carpetas de archivos en una red local.
- Programas: se usan para diferentes opciones:
 - Respaldo de la configuración de la interfaz.
 - Configuración de controles remotos.
 - Descarga de metadatos.
 - Limpieza (libera memoria mediante la eliminación de archivos sin uso) de Kodi.
 - Gestión de *buffer*.
 - Gestión de bibliotecas.

Formatos compatibles

Kodi principalmente está basado en un programa de código abierto de línea de ordenes FFmpeg que brinda soporte de códec y fue creado en lenguaje C. FFmpeg permite codificar, decodificar, realizar *streaming* de audio y video. A continuación se indican los formatos soportados por *Kodi*:

- Clientes de protocolo red: UDP, TCP, SMB, UPnP, HTTP, HTTPS, RTSP, FTP, NFS, RTP, RTMP, DHCP, NTP, SFTP, etc.
- Servidores de protocolo de red: servidor *web*, servidor de medios UPnP AV, servidor de D-Bus, servidor JSON-RCP y servidor de eventos multiprotocolo.
- Medios físicos: video CD, DVD y CD.
- Extensiones: MPEG, FLV, MOV, WMV, MP4, NUT, *RealMedia*, RM, RV, FLI, FLC, AVI, MKV, etc.
- Audio: MP3, MP2, WAV, *RealAudio*, MPC, FLAC, AC3, DTS, AMR, WAVE, etc.

- Video: WMV, *RealVideo*, *QuickTime*, *Sorenson*, H.263, MJPEG, Indeo, HuffYUV, H.264, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 SP, M3U y *Cinepark*.
- Imagen: MNG, TIFF, PCK, ICO, TGA, GIF, BMP, JPEG y PNG.
- Subtítulos: CC, *MicroDVD*, MPsub, OGM, PJS, RT, SMI, SUB, VPlayer, AQTitle, ASS, JACOsub, SRT y VOSub [57]

Kore (Control remoto para Kodi)

Aplicación oficial que permitirá controlar al centro multimedia desde un dispositivo móvil, el único requerimiento requerido es tener *Kodi* y *Kore* en la misma red. Está disponible para iOS y Android. [58]

Web Video Caster

Es una aplicación gratuita y de pago que permite enviar contenido multimedia desde un dispositivo Android hacia otros dispositivos con diferentes sistemas operativos, debido a su compatibilidad con variedad de protocolos de transmisión como *Apple Airplay*, DLNA, Roku, *Google Cast*, etc. Además esta aplicación ofrece control de reproducción del contenido transmitido, subtítulos y creación de listas de reproducción. [59]

Conclusión con respecto al software del centro multimedia

La distro *LibreELEC* es optimizada únicamente para manejar *Kodi* por lo tanto permite realizar una construcción eficiente para el *media center* mediante programación y configuración de *add-ons*, *scrapers*, *widget's* y dependencias. Además tiene varios protocolos de comunicación que permitirán configurar programas como *kore* y *web video caster* para complementar de mejor manera la función del centro multimedia.

Emulación de videojuegos retro

El proyecto tiene como objetivo emular varias consolas de antaño con un solo *software* optimizado y eficiente de manera que el usuario se sienta cómodo al ingresar a su interfaz, por lo tanto, se ha elegido la distribución *Lakka*, de igual manera se eligió dicha distribución debido a que trabaja conjuntamente con el *software Noobs*.

Lakka

Basada en la distribución *LibreELEC* y optimizada para emulación de videojuegos, su diseño está enfocado para ser utilizada en mini ordenadores como Raspberry Pi, pero también es compatible con sistemas operativos de ordenadores y otros mini ordenadores. *Lakka* tiene de base a un emulador de videoconsolas llamado RetroArch, el cual posee una interfaz gráfica parecida a la *Playstation 3* y el manejo de la misma es sencillo.

Características principales:

- Distribución optimizada, fluida y estable para *retro-gaming*.
- Determina sitios para archivar partidas en cualquier instante.
- Compatible con multijugador.
- Dispone de la función replegarse, la cual permite retroceder unos segundos en los juegos.
- Mediante su menú principal se puede actualizar toda la distribución sin perder datos, debido a que su *firmware* se actualiza vía OTA (*Over The Air* – en tiempo real).
- Compatible con la mayoría de mandos.
- Posee gran variedad de *shaders* (programa informático basado en lenguaje de sombreado) para mejorar el aspecto de los juegos. [60]

Conclusión con respecto al *software* del emulador

La distribución *Lakka* permite emular de manera eficiente varias consolas retro sin necesidad de descargar variedad de archivos adicionales; únicamente se deberá descargar las *roms* de los juegos a emular, además de tener un soporte actualizado mediante *Noobs* lo cual evitará fallos, errores y bajo rendimiento del sistema.

Una de la característica más importante es la compatibilidad con la mayoría de mandos tipo USB y poseer una interfaz muy intuitiva con el usuario.

Análisis comparativo del prototipo contra dispositivos ya existentes en el mercado

La funcionalidad del proyecto es brindar acceso al usuario a contenido multimedia y a un emulador de videojuegos retro mediante el prototipo usando Internet a un costo económico. Actualmente, en el mercado ecuatoriano existen dispositivos electrónicos capaces de brindar servicios similares a los del prototipo diseñado, por lo tanto, luego de analizar el *software* y *hardware* del prototipo se elaboró la siguiente tabla para comparar los servicios ofrecidos por dichos dispositivos frente al prototipo. Los precios fueron obtenidos de la página *web* de Mercado Libre Ecuador.

Tabla 3.2: Servicios brindados por el prototipo vs la competencia [61]


Dispositivos Prototipo	Servicios	Precio estimado
	<ul style="list-style-type: none"> - Reproducción de contenido multimedia para monitores y televisores no inteligentes con puerto HDMI y RCA mediante Internet. - Emulación de videojuegos retro, máximo 4 jugadores. - Transmisión de contenido multimedia desde un móvil hacia el prototipo. - Control remoto del centro multimedia mediante el móvil. 	167\$ (Incluye, Raspberry Pi modelo B+, ventilador, armazón, disipadores, <i>gamepad</i> , HDMI2AV, <i>mini keyboard Rii</i> , microSD de 32GB, cargadores y cable HDMI y RCA). El precio no incluye mano de obra
		<ul style="list-style-type: none"> - Reproducción de contenido multimedia para monitores y televisores no inteligentes con puerto HDMI mediante Internet. Además reproducción 4K en Netflix. - Mandos por voz y control remoto de la interfaz. - Permite uso de Chromecast
	<ul style="list-style-type: none"> - Reproducción de contenido multimedia para monitores y televisores no inteligentes con puerto HDMI mediante Internet. - Emulación de video juegos retro, juegos Android, juegos de PSP, PS1, PS2, y Xbox. - Control remoto de la interfaz. - Soporte 4K. 	300\$ (Incluye dispositivo, cargador y mando a distancia)
	<ul style="list-style-type: none"> - Reproducción de contenido multimedia para monitores y televisores no inteligentes con 	70\$ (Incluye dispositivo y mando a distancia)

Figura 3.15: Xiaomi Mi TV Box S [61]

Figura 3.16: Nvidia Shield Android TV Pro [61]



Figura 3.17: Amazon Fire TV Stick [61]



Figura 3.18: Beeling GT King [61]

<p>puerto HDMI mediante Internet. Control por voz mediante Alexa y control remoto de la interfaz.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reproducción de contenido multimedia para monitores y televisores no inteligentes con puerto HDMI mediante Internet. Además tiene una interfaz serial para monitores. ▪ Emulación de video juegos retro, juegos Android, juegos de PSP y PS1. Máximo 2 jugadores. ▪ Control remoto de la interfaz. 	<p>198\$ (Incluye dispositivo, cargador y mando a distancia)</p>

Ventajas del prototipo frente a otros dispositivos

Mediante la tabla 3.2 se llegó a la conclusión de las siguientes ventajas del prototipo:

- Acceso multimedia y al emulador de videojuegos retro para dispositivos con conexión RCA.
- Conexión máxima de 4 jugadores.
- Precio más económico.
- Control de la interfaz multimedia mediante el móvil.
- Transmisión de contenido multimedia desde el teléfono móvil hacia el prototipo.
- Optimización y eficiencia del sistema enfocado en el uso del *media center* y el emulador de juegos.
- Versatilidad del sistema operativo Noobs para emplearlo en otros usos como computadora de mesa.

3.3 Diseño

Esquema general del prototipo

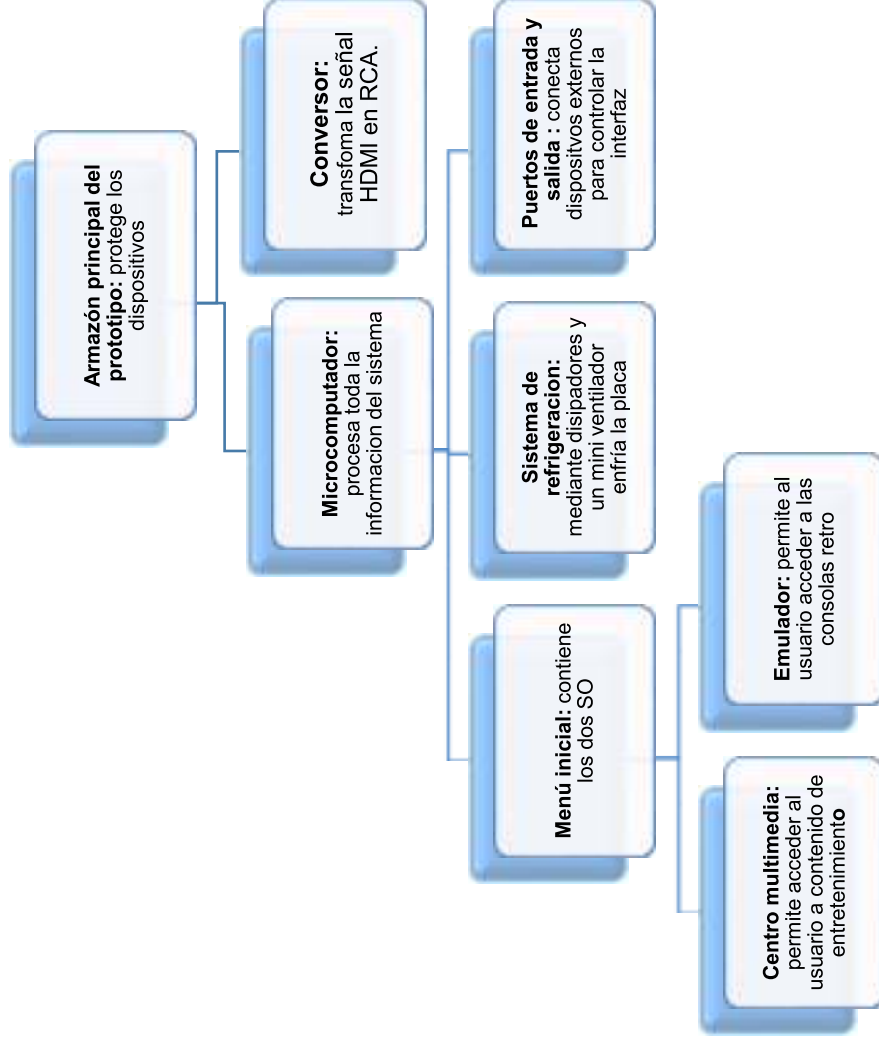


Figura 3.19: Esquema general del prototipo

Esquema real del prototipo funcional

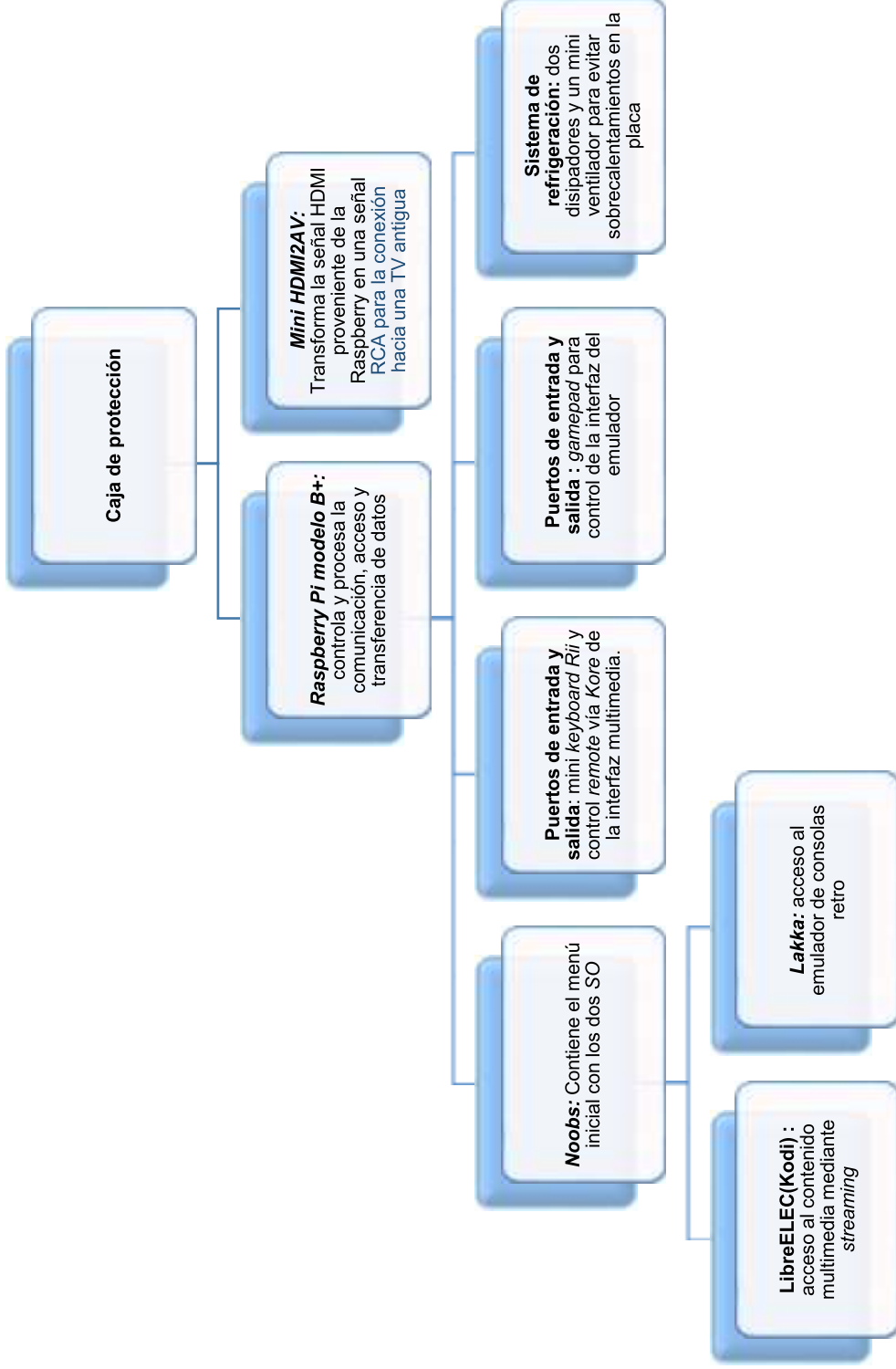


Figura 3.20: Esquema real del prototipo

Sistema de refrigeración y protección

Refrigeración

La placa base del microcomputador Raspberry Pi 3 modelo B+ puede sufrir sobrecalentamientos por tareas excesivas por lo tanto se colocan dos disipadores de calor y un mini ventilador para evitar dicho inconveniente.

Disipadores de calor

Estos disipadores tienen una base adhesiva para adherirse directamente sobre los procesadores presentes en los *chips* del microcomputador. En la figura 3.21 se indican los tipos de disipadores a usar.

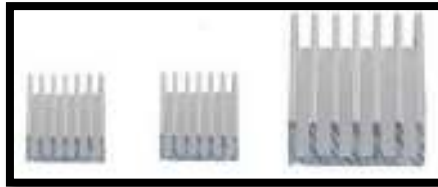


Figura 3.21: Disipadores para Raspberry [82]

Mini ventilador

El mini ventilador es colocado en los pines 4 y 6 de la Raspberry Pi modelo B+ con dirección a la rejilla de ventilación de la carcasa para un correcto funcionamiento.

Protección para la *Raspberry Pi* modelo B+

Tener la placa base del microcomputador al aire libre puede generar problemas ya que una caída, golpe, impurezas y polvo pueden generar algún daño en los circuitos, debido a esto se coloca un armazón o carcasa para el microcomputador. En la figura 3.22 se muestra el armazón del microcomputador.



Figura 3.22: Carcasa para Raspberry Pi modelo B+ [82]

Protección general para los dispositivos electrónicos del prototipo

Los dispositivos principales que conformar el prototipo son el microcomputador y el mini convertidor. Estos dispositivos pueden sufrir caídas accidentales, manchas por sustancias y ser afectados por el polvo, por lo tanto, se diseñó una caja principal que contenga a estos dos elementos electrónicos de tal manera que se los protegerá ante una posible eventualidad. El diseño de la caja principal fue elaborado en el *software* Fusion 360.

Cara superior

En la cara superior se diseñó una rejilla de ventilación en dirección a la rejilla de ventilación del microcomputador para de esta manera tener un desfogue correcto del sistema de refrigeración. Además, se agregó dos agujeros de ajuste en los cuales se colocan pernos de presión para tener más seguridad en la tapa y evitar que esta resbale. En la figura 3.23 se presenta la cara superior.

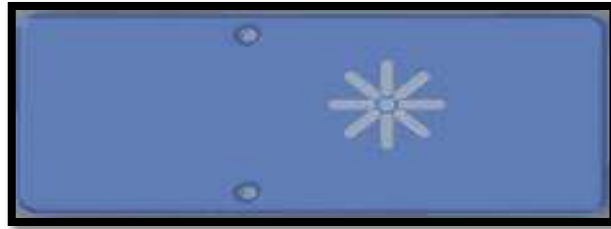


Figura 3.23: Cara superior [83]

Caras laterales

En las caras laterales se realizaron diversos agujeros de apertura para los puertos de entrada y salida de cada dispositivo electrónico. Además, en mitad de la caja se colocó una separación de dos barras laterales para tener separados al mini conversor y al microcomputador.



Figura 3.24: Caras laterales [83]

Diagrama de flujo del funcionamiento del prototipo

Menú inicial

El usuario al iniciar el prototipo encontrará el menú con las dos opciones y tendrá que elegir una dependiendo el servicio de entretenimiento que desee. En la figura 3.25 se presenta el diagrama de flujo de funcionamiento del menú inicial.

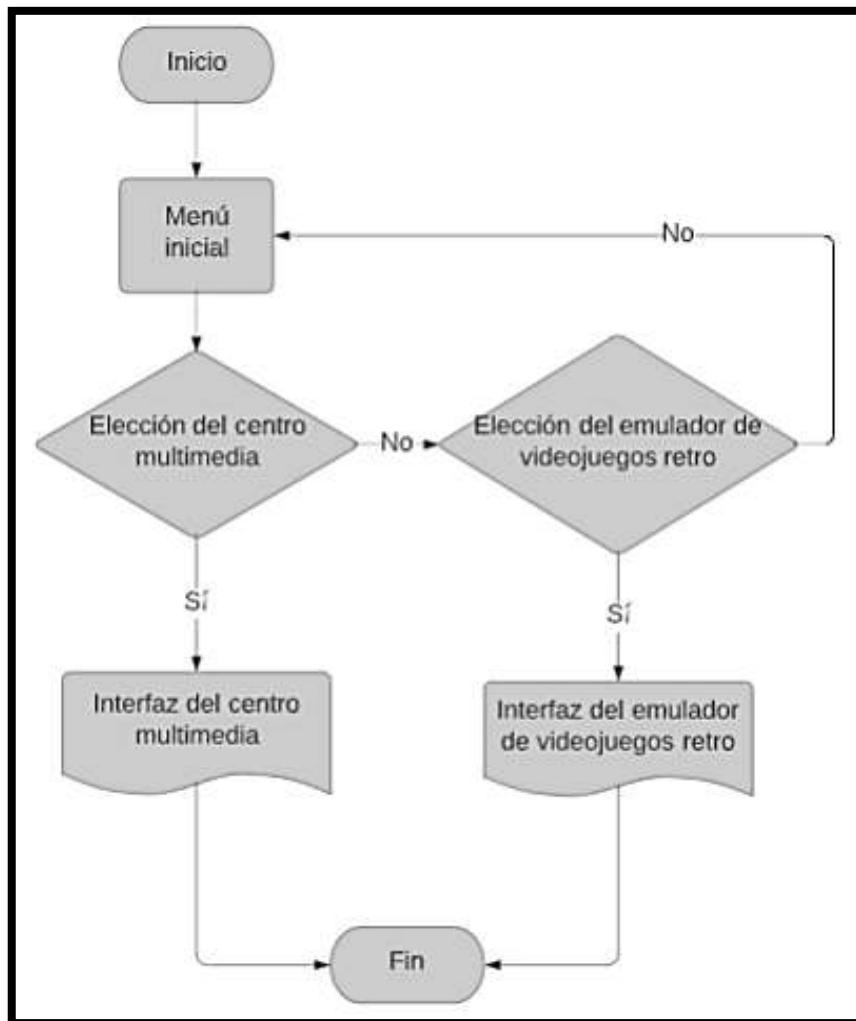


Figura 3.25: Diagrama de flujo del menú inicial

Desde las figuras 3.26 a 3.35 se muestran los diagramas de flujos del funcionamiento del centro multimedia por secciones.

Centro multimedia

El *media center* muestra la interfaz en la cual el usuario debe escoger el tipo de servicio multimedia.

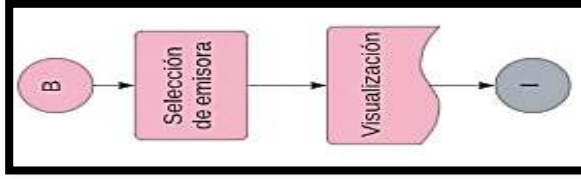


Figura 3.26: Diagrama de flujo: sección Radio

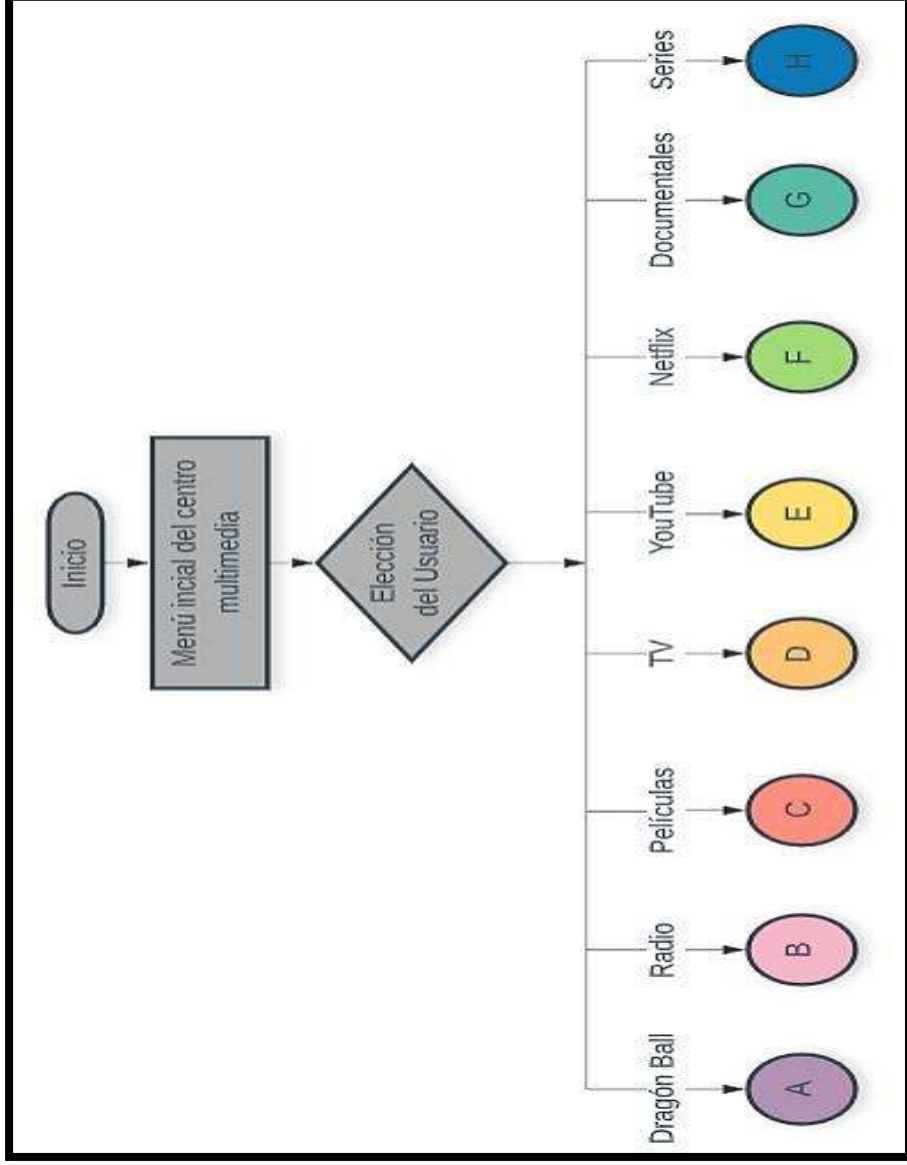


Figura 3.27: Diagrama de flujo del centro multimedia

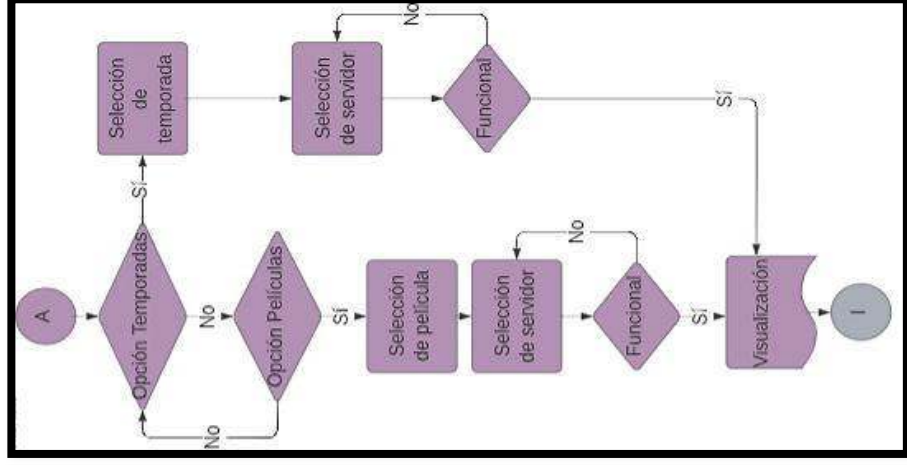


Figura 3.28: Diagrama de flujo: sección *Dragon Ball*

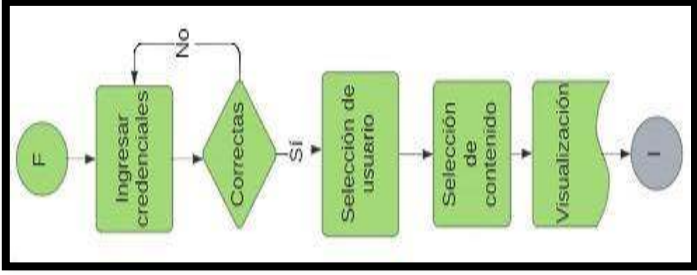


Figura 3.32:
Diagrama de flujo:
sección Netflix

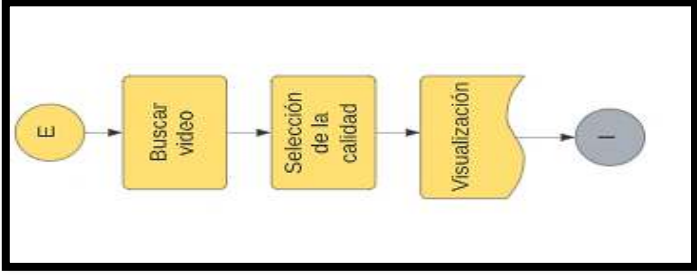


Figura 3.31:
Diagrama de flujo:
sección YouTube

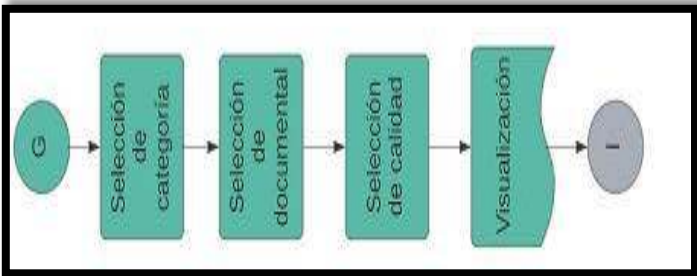


Figura 3.29:
Diagrama de flujo:
sección Documentales

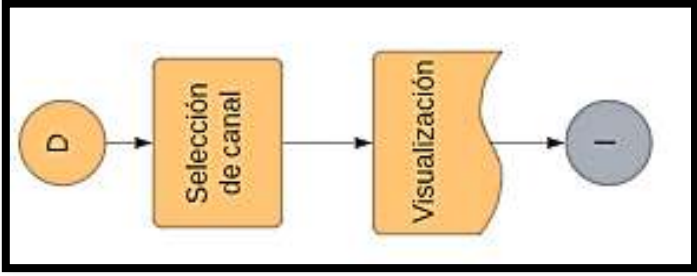


Figura 3.30:
Diagrama de flujo:
sección TV

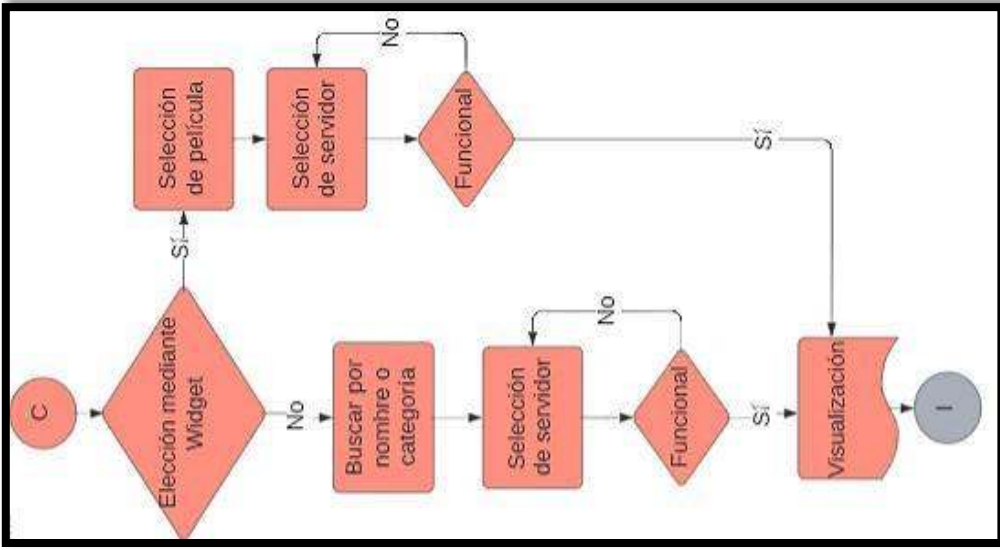


Figura 3.33: Diagrama de flujo: sección películas

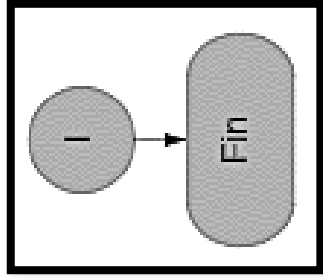


Figura 3.34:
Diagrama del flujo
del centro
multimedia

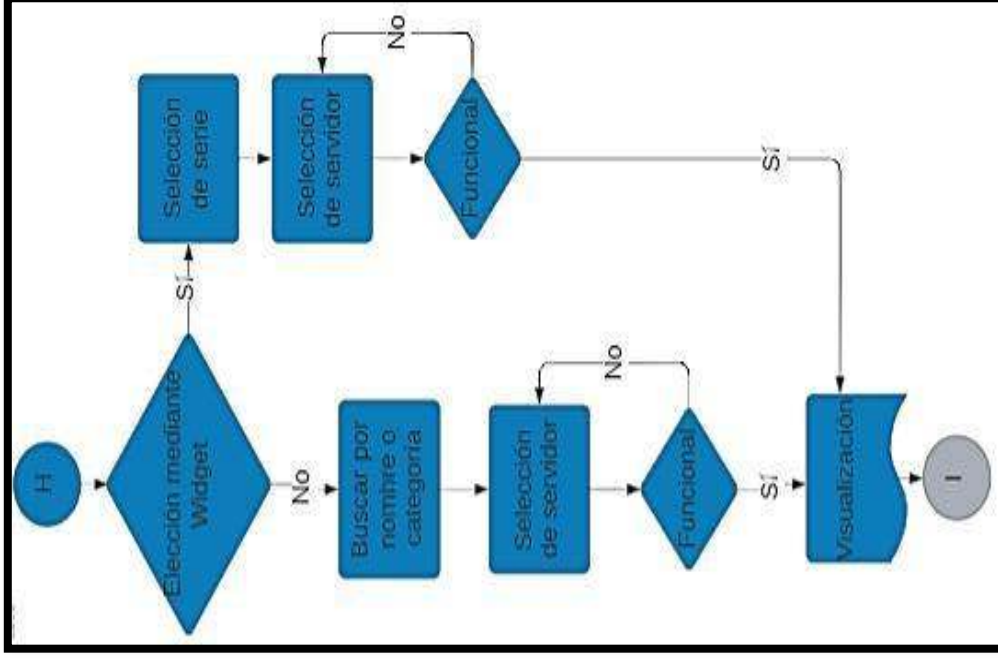


Figura 3.35: Diagrama de flujo: sección Series

Emulador de videojuegos retro

El emulador de consolas retro muestra al usuario primeramente las consolas y al ingresar a ellas muestra los juegos de las mismas. En la figura 3.36 se presenta el diagrama de flujo del emulador.

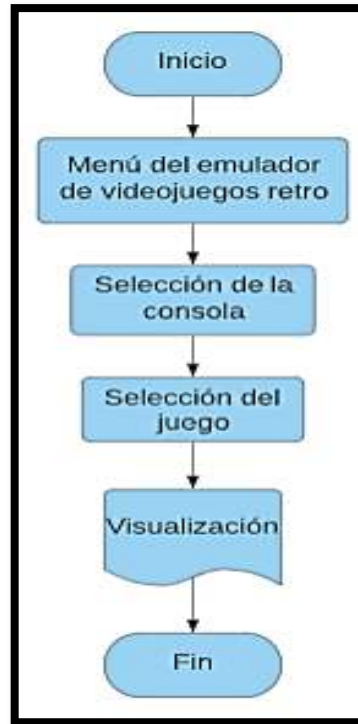


Figura 3.36: Diagrama de flujo del emulador de consolas retro

3.4 Implementación

Adquisición de equipos, dispositivos y protección

En las secciones anteriores se justificó la razón por la cual fueron los elementos elegidos, especialmente el microcomputador. Los elementos para el prototipo son los siguientes:

- Microcomputador Raspberry Pi modelo B+.
- Convertidor de señales HDMI a video compuesto Mini HDMI2AV.
- Carcasa o armazón para el modelo Raspberry Pi modelo B+.
- *Gamepad* o mando de videojuegos genérico tipo USB.
- *Mini Keyboard Rii*.
- Tarjeta micro SD de 32GB.
- Mini ventilador de 5v.
- Disipadores de calor.
- Caja de protección para los elementos del prototipo.

- Cables y cargadores respectivos para cada dispositivo.

En la figura 3.37 se muestran todos los elementos para la implementación del prototipo.



Figura 3.37: Elementos para la implementación del prototipo

Implementación de disipadores, armazón para el microcomputador, ventilación a la placa interna y caja de protección.

Disipadores

El disipador más grande se coloca en el procesador Broadcom BCM2837B0, únicamente se desprende la protección del adhesivo térmico del disipador y se lo ubica sobre el procesador. El otro disipador se coloca en el *chip* Ethernet de la manera como se muestra en la figura 3.38. Se debe destacar que en este modelo de Raspberry, el módulo *Wi-Fi* y *Bluetooth* ya tienen una protección.



Figura 3.38: Implementación de disipadores

Armazón del microcomputador

Se procede a colocar cuidadosamente la placa empantando correctamente con cada orificio para los puertos de entrada y salida del dispositivo como se indica en la figura 3.39.



Figura 3.39: Implementación del armazón del microcomputador

Ventilación en la placa interna

El mini ventilador se conecta al pin 4 para la alimentación de 5 voltios y en el pin 6 para conexión a tierra de la Raspberry, además, se coloca el ventilador con dirección a la rejilla de ventilación de la carcasa. Finalmente se aseguran los cables salientes del ventilador con silicona en la parte superior de la carcasa.



Figura 3.40: Implementación del mini ventilador

Caja de protección para los elementos electrónicos principales del prototipo

La caja tiene dos separaciones para evitar que los dispositivos se rocen, por lo tanto, en la parte derecha se ubica la Raspberry Pi modelo B+ y en la parte izquierda se coloca el mini HDMI2AV. Finalmente se asegura la tapa con dos pernos de presión. En la figura 3.41 se muestra el proceso de colocación de los elementos.



Figura 3.41: Colocación de los dispositivos principales del prototipo

Visualización de la presentación del prototipo

El cuerpo principal del prototipo se observa en la figura 3.42



Figura 3.42: Visualización del cuerpo principal del prototipo

3.5 Configuraciones del sistema en el prototipo

Configuración del *multiboot Noobs*

- **Descarga del programa *Noobs*:** el programa se descarga desde la *web* oficial de *Raspberry*, en la cual se encuentran dos versiones, para el prototipo se eligió la versión *Lite*. En la figura 3.43 se muestran las dos versiones.

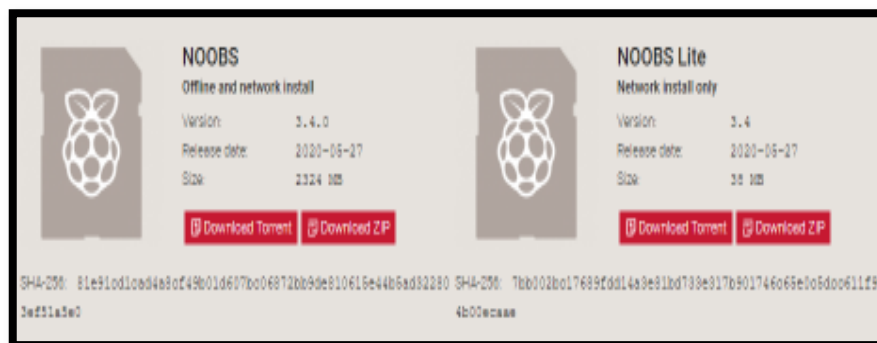


Figura 3.43: Versiones de *Noobs*

- Luego se formatea la tarjeta micro SD para tener una instalación limpia, para realizar este paso se usa el programa *SD Card Formatter* como se muestra en la figura 3.44.

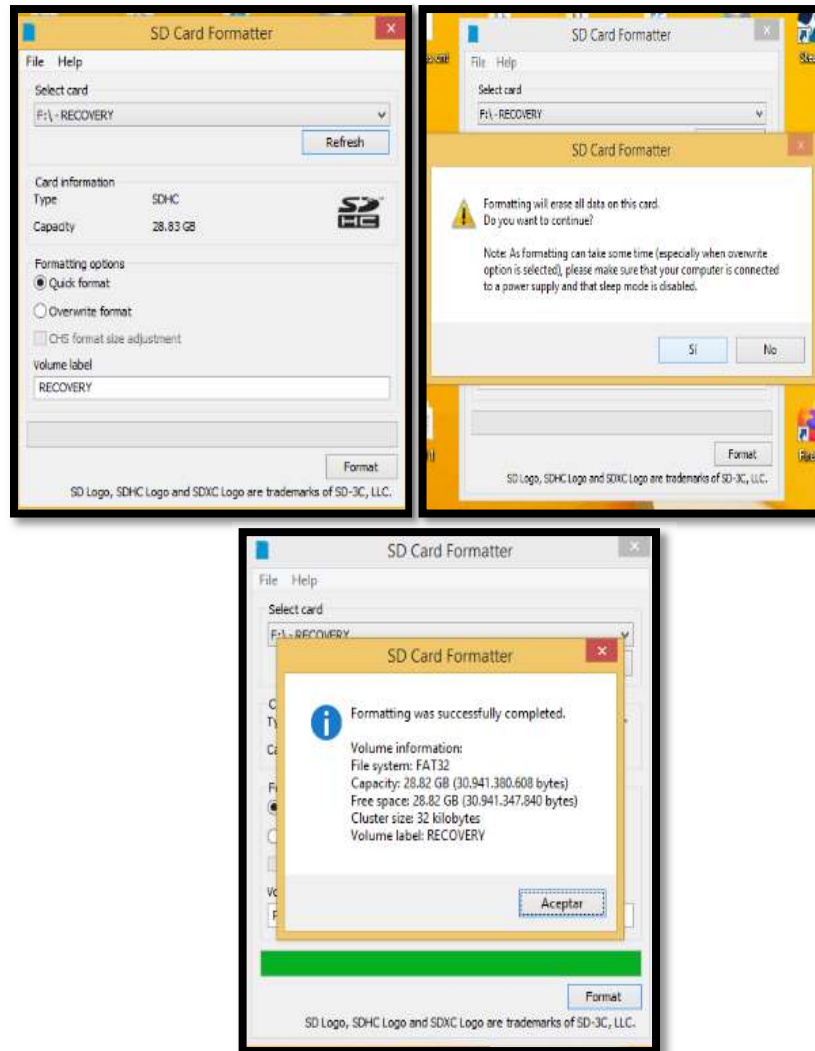


Figura 3.44: Preparación de la tarjeta Micro SD

- Con la tarjeta microSD limpia se procede a grabar la imagen de *NOOBS* en la misma.

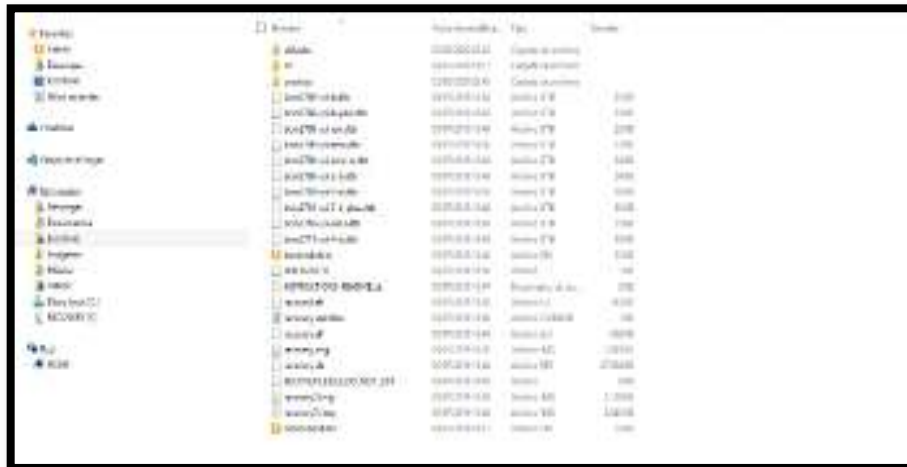


Figura 3.45: Micro SD con *Noobs*

- Se debe insertar la tarjeta microSD en el microcomputador como se indica en la figura 3.47 para encenderlo. El programa *Noobs* se inicia y muestra varios sistemas operativos disponibles para su instalación como se indica en la figura 3.48.



Figura 3.47: Conexiones del microcomputador



Figura 3.46: Inserción de la tarjeta micro SD

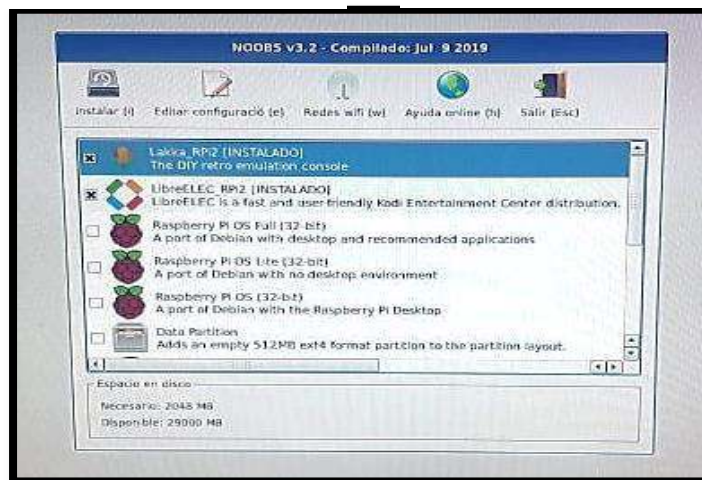


Figura 3.48: Sistemas operativos

- En caso de no conectar un cable Ethernet se debe configurar la conexión inalámbrica como se indica en la figura 3.49.



Figura 3.49: Conexión inalámbrica

- Posteriormente se procede a descargar los programas *LibreELEC* y *Lakka*. En la figura 3.50 se muestra la descarga de los mismos.



Figura 3.50: LibreELEC y Lakka [65]

- Al finalizar la instalación de las distribuciones seleccionadas se genera un menú en el cual se encuentran las mismas, como se presenta en la figura 3.51 y el usuario podrá elegir cualquiera de ellas para ejecutar. Además al encender el microcomputador debido a que *Noobs* reside en la memoria permite que se cree un menú recurrente. Este tipo de menú recurrente permite al usuario visualizar y acceder de forma sencilla al servicio multimedia y al emulador de juegos retro ya que al iniciar el prototipo aparecerá continuamente el menú con dichas opciones sin necesidad de que el usuario configure o habilite programas.

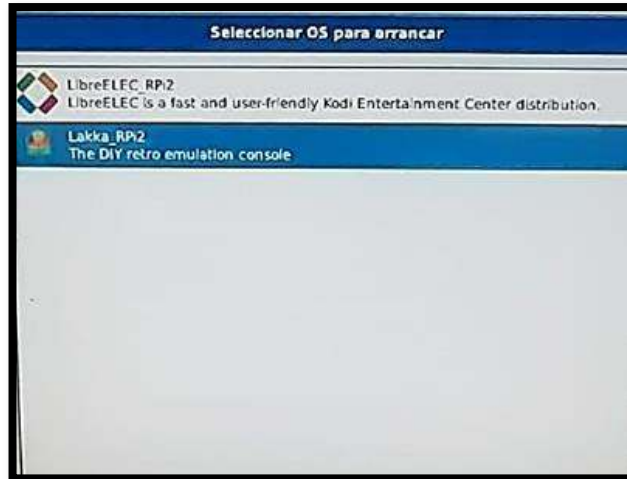


Figura 3.51: Menú inicial

Configuración e instalación del *media center Kodi*

Al iniciar por primera vez *Kodi* aparece un asistente en el cual se debe realizar la siguiente configuración:

- **Configuración básica**

- Elección del lenguaje del centro multimedia como se indica en la figura 3.52.



Figura 3.52: Elección de idioma en *LibreELEC* [65]

- Luego se pulsa en siguiente, consecuentemente aparece una pestaña para cambiar el nombre al *media center* ya que por defecto mostrará *LibreELEC* como se muestra en la figura 3.53. En el prototipo se cambió el nombre a “MULTIMEDI-EPN”.



Figura 3.53: Cambio de nombre al *media center* [65]

- Anteriormente ya se configuró el acceso a Internet mediante *Noobs*, además se empleó un cable Ethernet, si se desea usar una conexión *Wi-Fi* el asistente detecta las redes cercanas como se muestra en la figura 3.54.



Figura 3.54: Conexión inalámbrica [65]

- Posteriormente el asistente solicita configurar los protocolos SSH y Samba como se muestra en la figura 3.55, al hacerlo pregunta si se desea conservar la contraseña por defecto, la cual es *libreelec* o cambiarla. En el prototipo se cambiará la contraseña por “*polimedia7.7da*”.



Figura 3.55: Protocolos SSH y Samba [65]

- Se debe activar la opción Experto o Avanzado para poder realizar los ajustes en la interfaz de *Kodi* como se indica en la figura 3.56, ya que de esta manera el *media center* muestra todas las opciones disponibles para su configuración.



Figura 3.56: Opción Experto o Avanzado [65]

- Luego se debe seleccionar ajustes, el botón con forma de tuerca y después se seleccionar interfaz. En interfaz, se elige la opción regional y se cambia el lenguaje a *Spanish* de esta manera se tiene toda la interfaz en español como se muestra en la figura 3.57.



Figura 3.57: Selección de idioma para la interfaz [65]

- Finalmente se activa la opción “orígenes desconocidos”, esto permite instalar diversos *add-ons* que no están en el repositorio oficial de *LibreELEC* desde Internet. Para esto se debe regresar para seleccionar la opción sistema en vez de interfaz y se baja a *add-ons* para activar orígenes desconocidos como se indica en la figura 3.58.



Figura 3.58: Opción orígenes desconocidos [65]

Configuración de programas y *add-ons* para *Kodi*

En *Kodi* se pueden instalar programas y *add-ons* de dos formas:

- **Mediante repositorios**

- Se debe seleccionar la opción en forma de caja como se indica en la figura 3.59.



Figura 3.59: Add-ons [66]

- Luego se selecciona instalar desde repositorio como se indica en la figura 3.60, consecuentemente aparecen los repositorios oficiales de *LibreELEC* y cualquier otro que se tenga instalado de esta forma se puede instalar cualquier tipo de *add-on*.

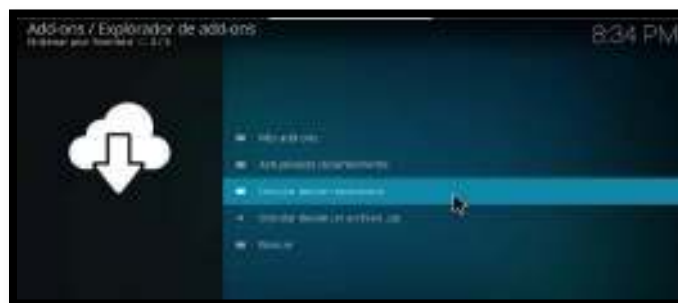


Figura 3.60: Opción repositorio [66]

- **Mediante un archivo.zip**

- Se debe seleccionar la opción en forma de caja y pulsar en instalar desde archivo.zip como se indica en la figura 3.61. Posteriormente aparecen las carpetas de la red local, memorias usb conectadas a la *Raspberry* y

fuentes añadidas, se debe seleccionar de donde se desea realizar la instalación de los *add-ons*.



Figura 3.61: Opción archivo.zip [66]

Añadir fuentes a Kodi

Las fuentes en *Kodi* permiten instalar repositorios, programas y *add-ons* desarrollados por terceros.

- Se deberá seguir la siguiente dirección Ajustes/Explorador de archivos/añadir fuente para escribir la dirección url como se indica en la figura 3.62.

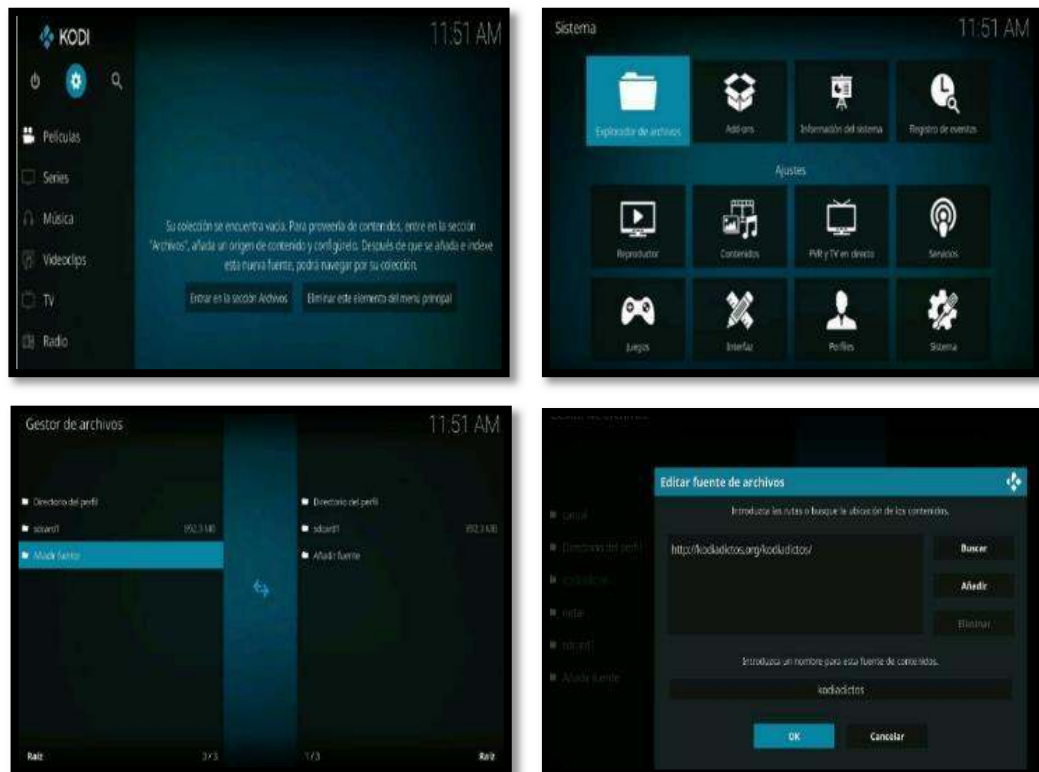


Figura 3.62: Fuentes para Kodi [66]

Las fuentes que se añadirán en el prototipo fueron las siguientes:

- <https://luarsource.github.io/FUENTE>
- <http://fusion.tvaddons.co>
- <http://repositorio.fusionorg.net>
- <https://hirayasoftware.github.io>

- <https://kelebekmariposas.github.io>
- <https://kodiadictos.github.io/fuente>
- <https://fuentekodileia.github.io>
- <https://fuente-tvchopo.github.io>
- <https://alfa-addon.com/alfa>

Instaladores

Un instalador en *Kodi* es un programa similar a una biblioteca ya que contiene variedad de *add-ons* gratuitos y pagados para visualizar películas, series, documentales, novelas y caricaturas. Además, tiene *scrapers* y programas simples que ayudan a mejorar la calidad del *streaming* en *Kodi*, limpiarlo y personalizarlo. Actualmente existen dos, los cuales son Kelebek y Luar. Para el prototipo se instalará Luar.

- **Luar:** instalador creado por los desarrolladores *The Dreamers*.
 - **Proceso de instalación:** Mediante la fuente <https://luarsource.github.io/FUENTE> ya instalada se procede a seleccionar el archivo.zip de Luar para instalarlo como se muestra en la figura 3.63.

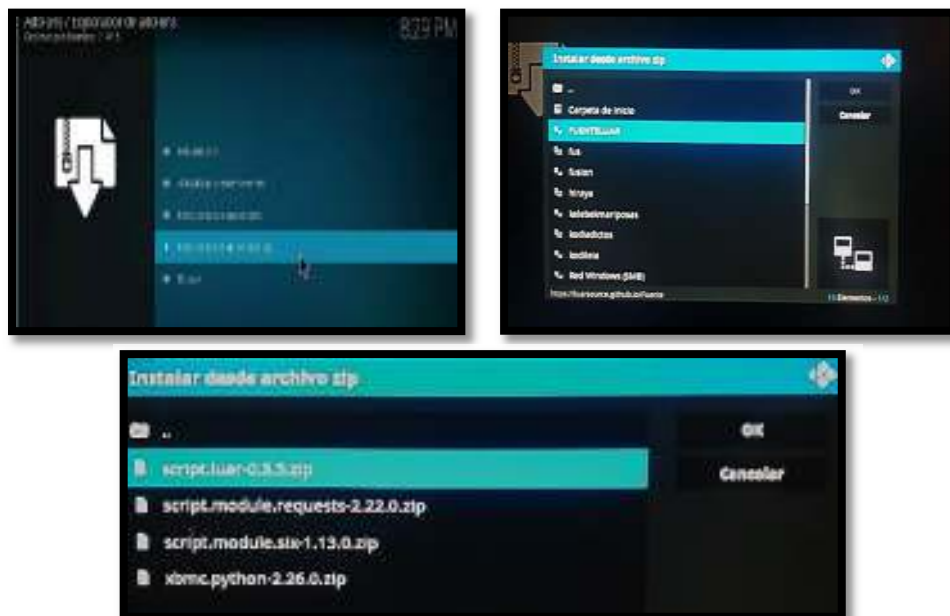


Figura 3.63: Instalación de Luar

Programas necesarios para la reproducción de contenido multimedia

Los programas simples o dependencias a instalar fueron los siguientes: *f4mTester*, *Plexus*, *Youtube-dl control*, *InputStream Helper*, *InputStream Adaptive* y *RTMP Input*. Algunas dependencias se instalan automáticamente al instalar un *add-on*, una de ellas es *ResolveURL*.

Proceso de instalación

- **Plexus y f4mtester se instalarán mediante Luar.**
 - Se debe ingresar a add-ons de programas/Luar/Por categoría/Programas y Herramientas, consecuentemente se elige f4mTester y Plexus, se pulsa en ellos y a continuación se instalan como se indica en la figura 3.64.

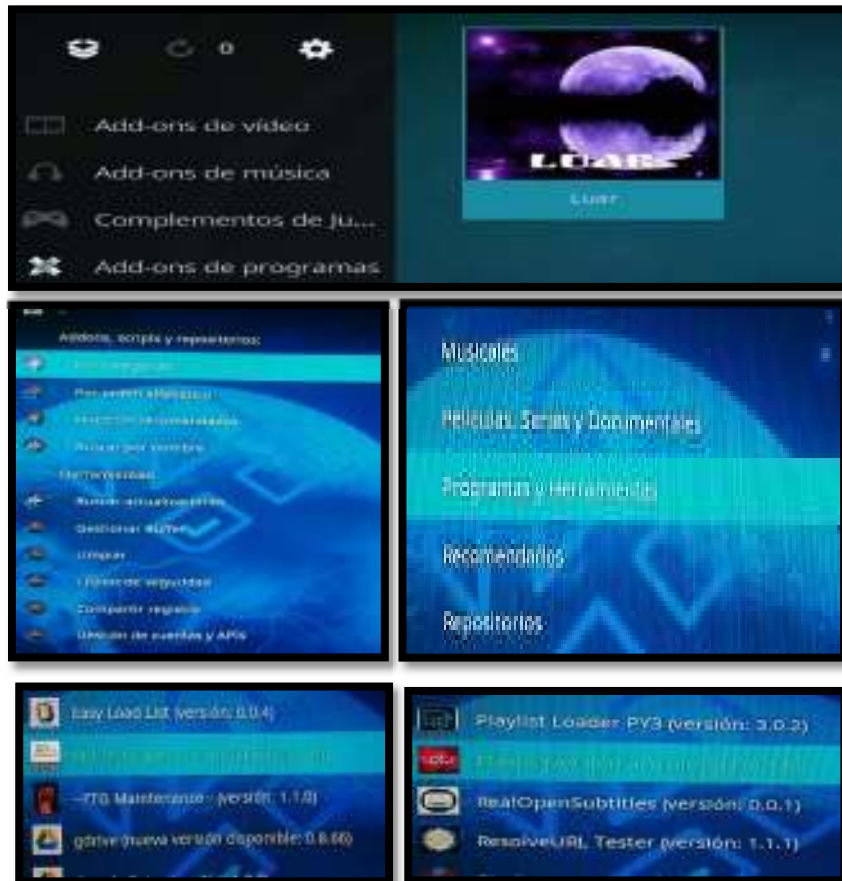


Figura 3.64: Instalación de Plexus y f4mTester

- **Youtube-dl control e *InputStream Helper* se instalarán mediante el repositorio oficial de *Kodi*.**
 - Se ingresa a instalar desde repositorio/ *Kodi Add-on repository*/add-ons para programa, se elige *Youtube-dl control* e *InputStream Helper* y finalmente se pulsa en ellos para instalar como se indica en la figura 3.65.



Figura 3.65: Instalación de *Youtube-dl control* e *InputStream helper*

- ***InputStream Adaptive* y *RTMP Input* se instalarán mediante la opción *VideoPlayer InputStream*.**
 - Se ingresa a *add-ons/Mis complementos/VideoPlayer InputSteram* y finalmente se instala *InputStream Adaptive* y *RTMP Input* como se muestra en la figura 3.66.

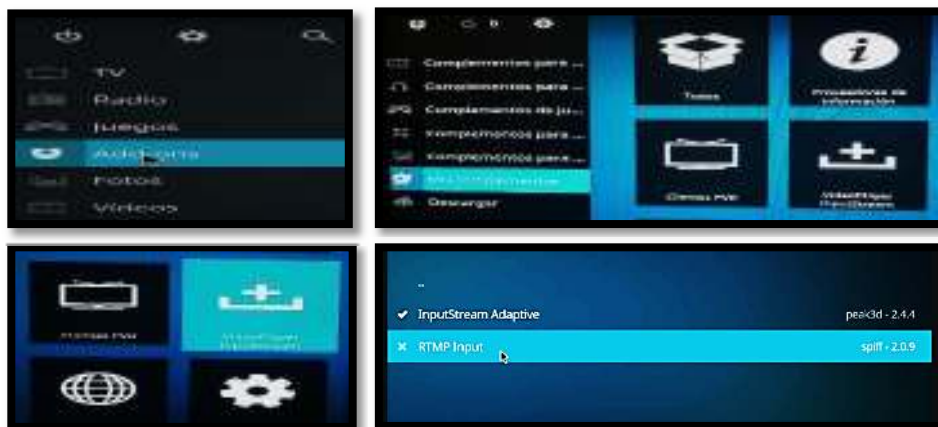


Figura 3.66: Instalación de *InputStream Adaptive* y *RTMP Input*

Scrapers

En el prototipo se instala *Extendedinfo Script*.

Proceso de instalación

- *Extendedinfo Script* se instala usando el repositorio oficial de *Kodi* siguiendo el mismo procedimiento de instalación de *Youtube-dl control* e *InputStream Helper* pero se elegirá el scraper indicado como se indica en la figura 3.67.



Figura 3.67: Instalación de *ExtendedInfo Script*

Limpiador para *Kodi*

Programa para realizar mantenimientos en el *media center* y evitar que funcione de manera incorrecta por tener archivos innecesarios que ocupen espacio en la memoria. *Kodi* almacena cache de funcionamiento, archivos temporales, imágenes de caratulas, *fanart* y guarda registros. La función de este programa es limpiar el *media center* automáticamente cada vez que se inicie *Kodi*, además tiene otras opciones como: un buscador de actualizaciones de *add-ons*, *scripts*, herramientas y eliminación de dependencias huérfanas.

Proceso de instalación

- Se instala el programa “Limpia Tu *Kodi*” mediante Luar, igualmente se sigue el procedimiento ya conocido para ingresar al instalador e instalar dicho programa como se indica en la figura 3.68.



Figura 3.68: Instalación de *Limpia Tu Kodi*

Configuración de *Limpia Tu Kodi*

- Se debe ingresar al programa y seleccionar la opción ajustes como se muestra en la figura 3.69.



Figura 3.69: Configuración Limpia Tu Kodi

- Se colocan los siguientes parámetros para dar un límite a los archivos totales, archivos.zip y a las imágenes como se indica en la figura 3.70.



Figura 3.70: Parámetros de Limpia Tu Kodi

- En la segunda opción se activa la limpieza al iniciar Kodi y las actualizaciones automáticas de *add-ons* y repositorios como se muestra en la figura 3.71.

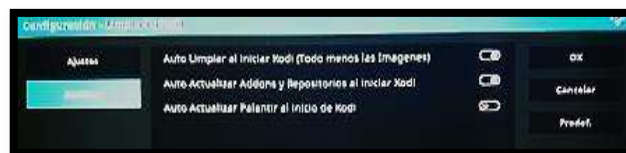


Figura 3.71: Parámetros de Limpia Tu Kodi

Buffer

La instalación de un *Buffer* en *Kodi* es esencial, ya que mediante este programa se evitan los retardos en las reproducciones y paros al visualizar contenido multimedia. Los retardos o paros en el contenido también pueden generarse por otros factores como: conexión lenta de Internet y saturación de usuarios en los servidores de streaming. La configuración del *Buffer* se realizará mediante Luar.

Proceso de instalación

- Se debe ingresar al Luar/Gestionar Buffer y se escoge la opción acorde a la memoria del dispositivo. En este caso se seleccionará 1GB de RAM como se indica en la figura 3.72.



Figura 3.72: Configuración de Buffer

VPN

Una VPN en *Kodi* permite evitar el geo bloqueo de contenido multimedia, además ofrece seguridad encriptando el tráfico de Internet del usuario y evita que los ISP (Proveedor de Servicio de Internet) lleven un registro del tráfico del usuario. La instalación de una VPN no es obligatoriamente necesaria para el funcionamiento pero la instalación trae ventajas, en el prototipo se instaló “VPN Manager for OpenVPN”.

VPN Manager for OpenVPN

Es un complemento que permite instalar una VPN internamente en *Kodi*, debido a que emplea varios proveedores de VPN. El usuario únicamente escoge la VPN que tiene contratada e ingresa sus credenciales para activarla.

Proceso de instalación

- Se descarga el archivo.zip del repositorio zomboided desde el siguiente enlace <https://github.com/Zomboided/service.vpn.manager> y se lo guarda en una memoria USB. Posteriormente se instala en *Kodi*. Se ingresa a instalar desde archivo.zip y se escoge el archivo indicado como se muestra en la figura 3.73.

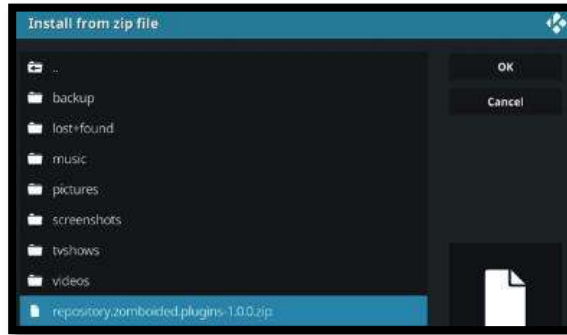


Figura 3.73: Instalación del *repository Zomboided* [68]

- Una vez instalado el archivo.zip se ingresa a instalar desde repositorio/*Zomboided Add-on Repository* y se selecciona *VPN Manager for OpenVPN* como se indica en la figura 3.74.



Figura 3.74: Instalación de *Manager for OpenVPN* [68]

- Posteriormente se ingresa a *add-ons* de programa/ *Manager for OpenVPN*. Finalmente aparece una pestaña de configuración como se indica en la figura 3.75, en la cual se tiene las siguientes opciones:
 - **VPN Provider:** el usuario elige el proveedor VPN.
 - **Username y Password:** credenciales de acceso del usuario.
 - **Protocol Filter (UDP recommended):** elección del protocolo de la VPN.



Figura 3.75: Configuración de *VPN* [68]

- En el prototipo no se instalará ninguna VPN por lo tanto al iniciar *Kodi* el programa *Manager for OpenVPN* recurrentemente pregunta si desea instalar un proveedor de VPN. Este mensaje no afecta al funcionamiento del prototipo, únicamente se pulsa la tecla “Esc” en el mini teclado para cerrarlo.

Add-ons

Los *add-ons* a configurar e instalarse se testearon previamente para de esta manera asegurar un funcionamiento óptimo en el prototipo. Se testearon 20 *add-ons* y finalmente se eligieron los siguientes:

Gratuitos

Balandro: *add-on* orientado para el streaming de películas, series y documentales en audio inglés, castellano y latino. Es una derivación de los *add-ons* Pelisalacarta y Alfa.

Proceso de instalación

- Se ingresa a Luar/ películas, series y documentales/Balandro, consecuentemente se pulsa en Balandro y se instalará. Se instalan automáticamente los repositorios del *add-on* y el *plugin* de video para acceder al mismo. En la figura 3.76 se indica el proceso de instalación.



Figura 3.76: Instalación de Balandro [69]

Interfaz

- **Menú inicial:** se ingresa a balandro desde *add-ons* de video y este muestra las siguientes opciones del menú:
 - **Películas:** ubicación en la cual se encuentran los servidores para ver películas. Cada servidor permite buscar películas por género, año, tendencias, etc.
 - **Series:** ubicación en la cual se encuentran los servidores para ver series. Cada servidor permite buscar series por género, año, tendencias, etc.

- **Documentales:** ubicación en la cual se encuentran los servidores para ver documentales. Cada servidor permite buscar documentales por género, año, tendencias, etc.
- **Géneros:** opción general que permite buscar cualquier contenido ya sea series, películas y documentales por género.
- **Buscar:** buscador general.
- **Enlaces guardados:** permite guardar series, películas y documentales favoritos.
- **Configuración y ayuda:** opción para configurar idiomas, servidores, favoritos, *autoplay*, personalización y obtener información acerca del add-on.

En la figura 3.77 se muestra el menú del complemento.



Figura 3.77: Menú inicial Balandro [69]

Configuración

- **General:** Se ingresa a configuración/Ayuda, se selecciona general y se procede a configurar las opciones más importantes:
 - **Canales a mostrar:** se selecciona “Todos” para tener un mejor acceso al contenido.

- **Recordar último texto buscado:** se activa y finalmente se deja resultados por canal (Servidor) 2 para evitar saturación de información que pueda provocar retardos en el sistema.
- Las demás opciones se dejan por defecto como se muestra en la figura 3.78.



Figura 3.78: Configuración general [69]

- **Filtros:** en la misma pestaña anterior en la opción de reproducción se pueden activar diferentes filtros como:
 - **Idioma:** filtro de preferencia para seleccionar el idioma que el usuario desee.
 - **Calidad:** filtro de calidad dependiendo del servidor.
 - **Enlaces por servidores:** filtro para servidores preferidos, no usados y descartados.
 - En la figura 3.79 se indican dichas opciones.



Figura 3.79: Filtros [69]

- **Autoplay:** esta opción permite al usuario reproducir el contenido automáticamente sin necesidad de escoger el servidor, simplemente Balandro reproducirá el primer servidor encontrado. Se recomienda mantenerlo desactivado al contrario de como se indica en la figura 3.80, ya que los primeros

servidores en aparecer no siempre son los ideales para reproducir y pueden contener fallos.

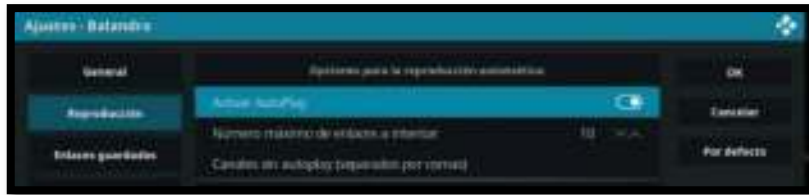


Figura 3.80: Autoplay [69]

- **Opciones visuales:** Balandro posee una gama de colores para identificar su contenido, así como la calidad, año, género e idioma del mismo. Se recomienda dejar todo por defecto como se indica en la figura 3.81.



Figura 3.81: Opciones visuales [69]

- **Actualizaciones:** en este apartado únicamente se debe activar la opción “Comprobar actualizaciones al iniciar Kodi” como se indica en la figura 3.82. Esto permite al *add-on* buscar versiones actualizadas de él y automáticamente instalarlas. Lo demás es innecesario.

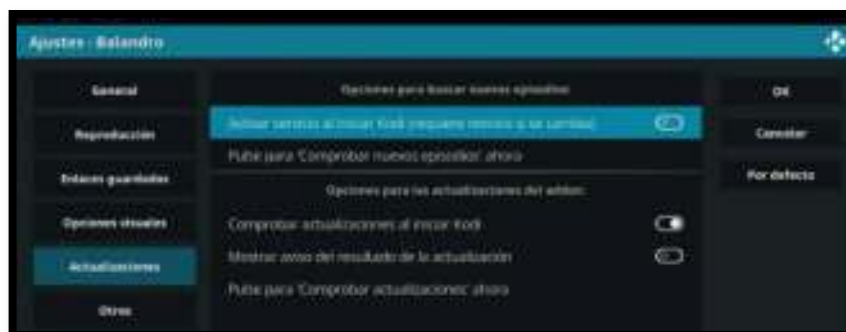


Figura 3.82: Actualizaciones [69]

- **Enlaces guardados:** este *add-on* permite guardar series y películas, lo único que se debe realizar es pulsar clic derecho en la serie o película para generar la siguiente pestaña y se debe seleccionar la opción guardar serie como se indica en la figura 3.83. Posteriormente al ingresar a enlaces guardados se mostrarán los contenidos guardados.

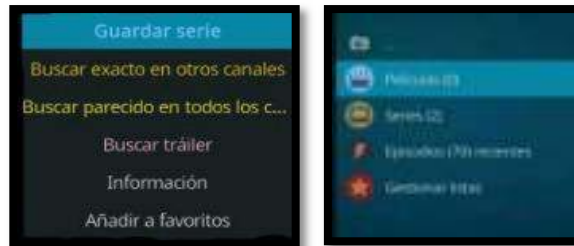


Figura 3.83: Guardar contenido [69]

- Este *add-on* también gestiona el contenido guardado es decir permite eliminarlo o programar búsquedas. Se pulsa clic derecho y se selecciona gestionar serie, luego aparece la ventana que se indica en la figura 3.84 con las opciones mencionadas

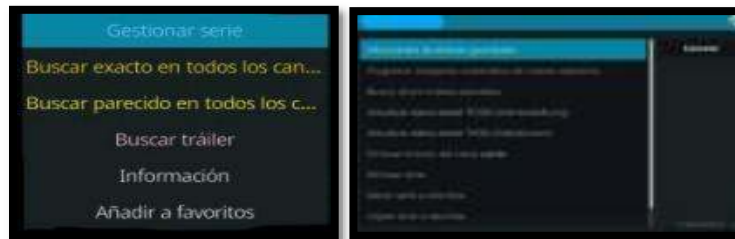


Figura 3.84: Gestión de contenido [69]

Alfa: es un complemento destinado para streaming de series, películas, caricaturas y anime. Permite acceder a todo el contenido mediante diferentes canales de forma gratuita.

Proceso de instalación

- Su instalación se realiza mediante la fuente <https://alfa-addon.com/alfa> ya instalada previamente. Se ingresa a instalar desde un archivo.zip/alfa/repositorio de alfa como se indica en la figura 3.85.



Figura 3.85: Instalación de repositorio Alfa [70]

- Luego se entra a instalar desde repositorio/alfa-Addon Repo/Add-ons de video/alfa y se debe seleccionar instalar como se indica en la figura 3.86.



Figura 3.86: Instalación Add-on Alfa [70]

Configuración

- Se procede a ingresar a Add-ons de video/Alfa, al iniciarlo por primera vez emerge una ventana la cual nos pregunta si se desea configurar automáticamente la videoteca para películas, se deben seleccionar las opciones como se indican en la figura 3.87.



Figura 3.87: Videoteca [70]

- Posteriormente aparece otra ventana la cual solicita escoger el *scraper*, se debe escoger *The Movie Database*, luego pide configurar el *scraper* como se indica en la figura 3.88. Se deben desactivar las opciones “mostrar titulo original y

descargar *fanart*” y se elige “Es” como idioma preferido. Las opciones mencionadas se desactivan para acelerar el proceso de búsqueda del contenido.



Figura 3.88: Scraper para películas [70]

- Finalizando la configuración del *scraper* de películas solicita realizar lo mismo con el apartado de series. Se debe seleccionar TVDB, debido a que este *scraper* se enfoca más en series. Luego se pulsa “sí” a la instalación y se despliega la ventana de configuración en ella se debe desactivar la opción de descarga de *fanart* y se selecciona “Es” como idioma preferido como se indica en la figura 3.89.

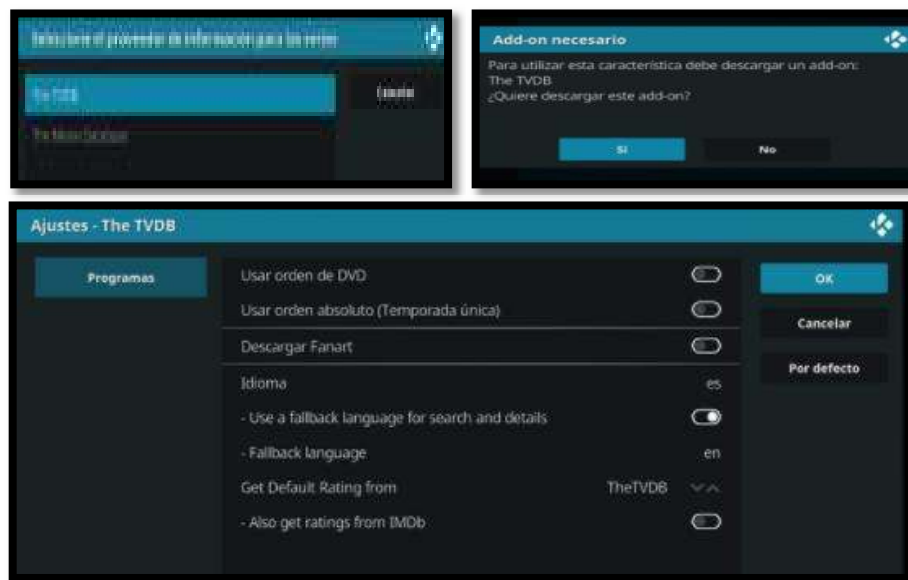


Figura 3.89: Scraper para Series [70]

Interfaz

- Menú inicial:** el menú de alfa es muy similar al de blandro, debido a que tiene las mismas opciones y funcionalidades como se indica en la figura 3.90.



Figura 3.90: Menú Inicial de alfa [70]

Configuración

- Se debe acceder a configuración en el menú y luego a preferencias para desplegar las opciones de configuración como se indica en la figura 3.91.



Figura 3.91: Configuración de alfa [70]

- En la opción general únicamente se deben activar los filtros por idioma y seleccionar la opción "all", las demás opciones se dejan por defecto.
 - All: Todos.
 - Cast: Castellano.
 - Lat: Latino.
- En la misma ventana se debe desactivar la opción de *Autoplay* por las mismas razones que el *add-on* anterior como se indica en la figura 3.92.

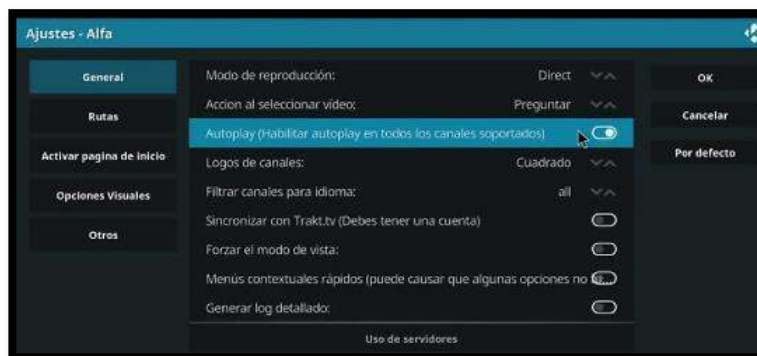


Figura 3.92: Filtro de idioma y *Autoplay* en Alfa [70]

- En caso de tener retardos en el funcionamiento de Alfa se recomienda borrar el cache para ello se debe ingresar a configuraciones/Otros/ y pulsar en la opción borrar caché guardada como se indica en la figura 3.93.

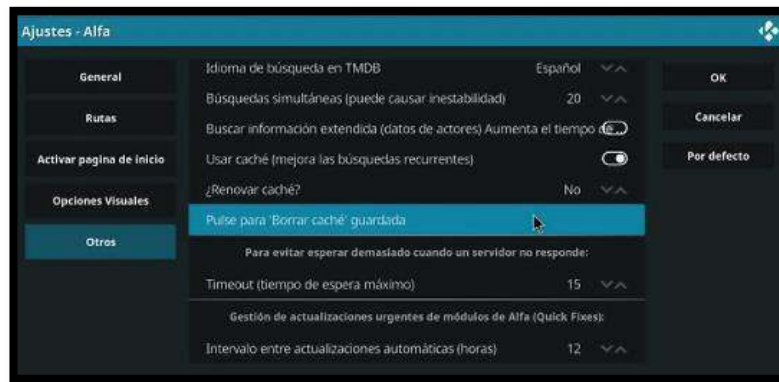


Figura 3.93: Caché en Alfa [70]

Fusion Org: es un *add-on* que tiene la misma funcionalidad que los anteriores pero la principal característica del programa es poseer solo contenido con audio latino. Fusion Org tiene una interfaz sencilla y no necesita de configuración extra para funcionar.

Proceso de instalación

- Su instalación se realiza mediante la fuente <http://repositorio.fusionorg.net> previamente añadida. Se debe ingresar a la siguiente ruta instalar desde un archivo.zip/fusionorg/ repository.Fusio.org/repository.Fusion.org-1.2.zip como se indica en la figura 3.94.



Figura 3.94: Instalación del repositorio Fusión [71]

- Posteriormente se ingresa a instalar desde repositorio/Fusion.org/add-ons para video/Fusion Org y se pulsa en instalar como se indica en la figura 3.95.



Figura 3.95: Instalación de Fusión Org

Interfaz

- **Menú inicial**

- Se debe ingresar al *add-on* usando el mismo procedimiento realizado para los anteriores *add-ons*. Al ingresar se muestra el menú inicial con opciones más reducidas a comparación con los anteriores *add-ons* ya instalados pero cumpliendo la misma funcionalidad como se indica en la figura 3.96.



Figura 3.96: Menú inicial Fusión Org

YouTube: es el servicio de *streaming* gratuito más conocido a nivel mundial en el cual se puede visualizar cualquier tipo de contenido multimedia subido y generado por

usuarios en cualquier parte del mundo. YouTube funciona juntamente con otros *add-ons* de video por tal motivo es esencial instalarlo.

Proceso de instalación

- *YouTube* se instala desde el repositorio oficial de Kodi, para ingresar a dicho repositorio se debe repetir los pasos ya mencionados, como se muestra en la figura 3.97.



Figura 3.97: Instalación de *Youtube* [72]

Configuración

- Se debe ingresar a *YouTube add-ons* de video/*YouTube* consecuentemente se pulsa clic derecho para seleccionar ajustes. Una vez allí se debe activar "Usar MPEG-DASH, Default to WEBM adaptation set (4K) e include VP9.2 HDR. Las opciones mencionadas se deben activar para tener un funcionamiento correcto en el *add-on* como se muestra en la figura 3.98.



Figura 3.98: Instalación de *Youtube* [72]

Agora: es un complemento destinado únicamente para *streaming* de documentales de varios géneros. Este complemento funciona juntamente con *YouTube*, por lo cual es necesario tener los dos instalados.

Proceso de instalación

- El *add-on* Agora se instalará mediante el instalador Luar. Para ello se debe ingresar a Luar/películas, series y documentales/Agora como se indica en la figura 3.99.



Figura 3.99: Instalación de Agora [73]

Configuración

- Se debe realizar inicialmente un *reset* al *add-on*. Para ello se debe pulsar clic derecho en Agora, consecuentemente se selecciona la opción ajustes de Agora, se elige la opción por defecto y se pulsa ok como se muestra en la figura 3.100.



Figura 3.100: Reset de Agora [73]

- En la misma ventana anterior se selecciona la opción MPEG-DASH y se deben activar todos los parámetros como se indica en la figura 3.101. Los parámetros seleccionados se activan para tener un correcto funcionamiento del *add-on*.

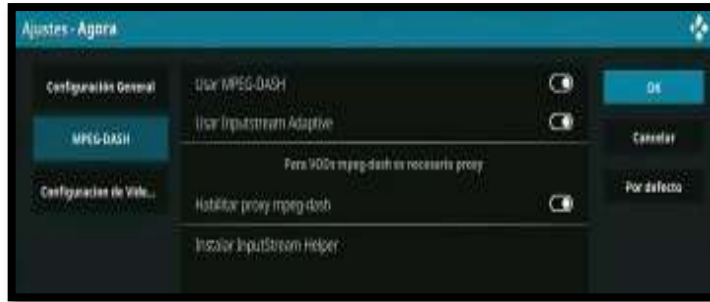


Figura 3.101: Activación de parámetros en Agora [73]

TV Chopo: es un complemento destinado para brindar acceso a cualquier tipo de contenido multimedia en audio castellano y latino. Es muy completo ya que también ofrece herramientas dentro de él, las cuales permiten revisar las dependencias de todo el *media center* y actualizarlas. Además, no necesita configuración o dependencias extras para su funcionamiento, debido a que si falta alguna dependencia el *add-on* la instala automáticamente.

Proceso de instalación

- Se procede a instalar desde la fuente ya añadida <https://fuente-tvchopo.github.io>. Se debe ingresar a instalar desde un archivo.zip/tvchopo/ repositorios/repository.tvchopo como se indica en la figura 3.102.

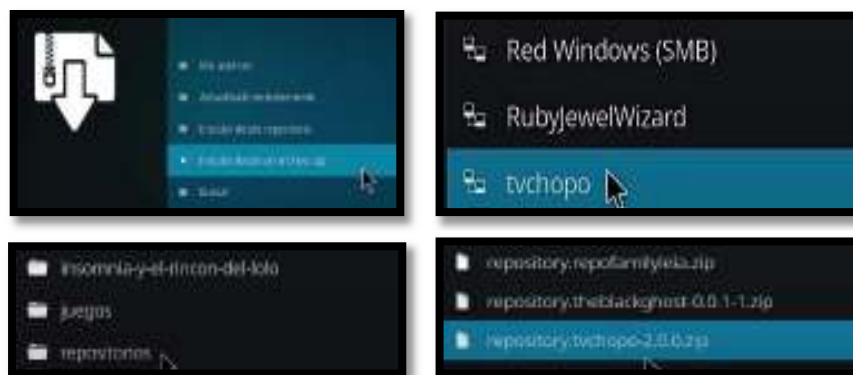


Figura 3.102: Instalación del repositorio *Tvchopo* [74]

- Posteriormente se ingresa a instalar desde repositorio/tvchopo Repo/add-ons de video/TVCHOPO y consecuentemente se pulsa en el para instalar como se indica en la figura 3.103.



Figura 3.103: Instalación del add-on *Tvchop* [74]

PVR IPTV *Simple Client*: es un complemento de *Kodi* que permite transmitir canales de televisión en vivo mediante Internet. Para acceder a los canales es necesario tener una lista de los canales en formato m3u. Es importante mencionar que las listas m3u gratuitas no son estables estas pueden durar días o semanas, es decir en algún determinado tiempo terminarán siendo bloqueadas, por lo tanto, el uso de este complemento es opcional. El complemento en las versiones 18 en adelante de *Kodi* está oculto y desinstalado, por lo tanto se lo debe buscar en el repositorio oficial de *Kodi add-ons*.

Proceso de instalación

- Se debe ingresar a instalar desde repositorio/*Kodi Add-on repository*/PVR clients/PVR IPTV *Simple Client* como se indica en la figura 3.104.

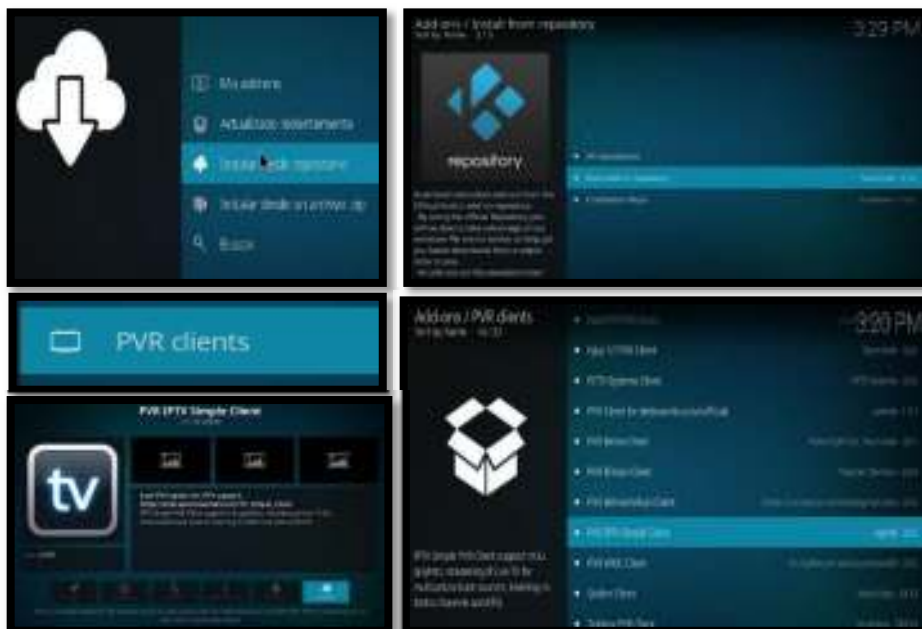


Figura 3.104: Instalación de *PVR IPTV Simple Client* [75]

Configuración

- Se debe ingresar al *add-on* desde la opción *PVR clients*, luego se selecciona *PVR IPTV Simple Client*, se escoge configurar y muestra una ventana de ajustes en la cual se debe agregar la lista m3u correspondiente como se muestra en la figura 3.105. Para tener un funcionamiento correcto se debe reiniciar el *media center* luego de anexar la lista m3u.



Figura 3.105: Configuración de la lista m3u [75]

Radio: *add-on* de radio es un complemento de la librería oficial de *Kodi* que reproduce contenido de varias estaciones de radio a nivel mundial. Posee alrededor de 7000 estaciones, las cuales se encuentran en un menú con las siguientes opciones: estaciones por género de música, país, idioma, locales, las mejores 100 y recomendaciones.

Proceso de instalación

- Se debe ingresar a la siguiente ruta instalar desde *repositorio/Kodi-Add-on repository/add-ons* de *música/Radio* y se pulsa para instalar como se indica en la figura 3.106.



Figura 3.106: Instalación de radio [76]

Interfaz

- **Menú inicial**

- Se debe ingresar mediante la ruta add-ons de música/Radio y se muestra el menú inicial del complemento donde el usuario podrá elegir la opción que desee como se muestra en la figura 3.107.



Figura 3.107: Menú inicial de Radio [76]

Add-ons

Pagados

El *media center* Kodi también ofrecerá la posibilidad de instalar *add-ons* de paga para visualizar *streaming* de películas, series y documentales. Actualmente se pueden instalar las siguientes plataformas de pago:

- Amazon Prime Video
- Movistar+
- NETFLIX
- Disney+

El servicio de estas plataformas se debe contratar previamente ya que al instalar el *add-on* correspondiente en *Kodi*, se solicita al usuario ingresar sus credenciales para

acceder al contenido. En caso no tener las credenciales solicitadas por la plataforma no se logrará ingresar a ella. Para el prototipo se instala el servicio de *NETFLIX*.

NETFLIX

La funcionalidad del complemento es muy similar a su contraparte tradicional instalada en *SmartTV*, computadoras y celulares, debido a que permite visualizar contenido de la cuenta del usuario de *Netflix* mediante *Kodi*, incluyendo recomendaciones, búsquedas, listas, usuarios, etc. *Netflix* en la *Raspberry* tiene una única limitación en la reproducción de contenido, ya que no podrá reproducir a una calidad superior a 720p.

Requisitos

- Versión de *Kodi* 18 o posterior, debido a que desde esta versión introdujo soporte para *streaming* de contenido protegido con DRM. *Netflix* utiliza DRM para proteger su contenido.
- *Libwidevine*.
- Programa *InputStream Adaptive*.

Proceso de instalación

- Se debe instalar el repositorio CastagnalT, el cual se encuentra en la fuente previamente añadida <https://kodiadictos.github.io/fuente>. Se debe ingresar a la ruta instalar desde archivo.zip/kodiadictos/repositorios/repository.castagnait.zip y se pulsa para instalar como se indica en la figura 3.108.



Figura 3.108: Instalación de repositorio CastagnalT [77]

- Posteriormente se sigue la ruta instalar desde repositorio/repositorio CastagnaIT *Repository/ add-ons de video/Netflix* para instalarlo como se muestra en la figura 3.109.



Figura 3.109: Instalación de Netflix [77]

Configuración

- Se debe activar el programa *InputStream Adaptive*, el cual ya fue instalado y habilitado anteriormente.
- Luego se ingresa a *Netflix* desde *add-ons de video* como indica la figura 3.110.



Figura 3.110: Netflix [77]

- Se debe ingresar las credenciales de la cuenta del usuario como se muestra en la figura 3.111.



Figura 3.111: Credenciales del usuario en Netflix [77]

- Al reproducir por primera vez el contenido en *Netflix*, se debe ejecutar el proceso de instalación de los módulos DRM. Sin estos módulos no se podrá acceder al contenido.

- *Netflix* inmediatamente notificará el requerimiento de *Widevine CDM*, se debe dar clic en *Install Widevine* como se indica en la figura 3.112.



Figura 3.112: *Widevine CDM* [77]

- Posteriormente emerge otra ventana en la cual se informa el tamaño del módulo requerido. Se pulsa en “yes” para proceder con la instalación como se muestra en la figura 3.113.

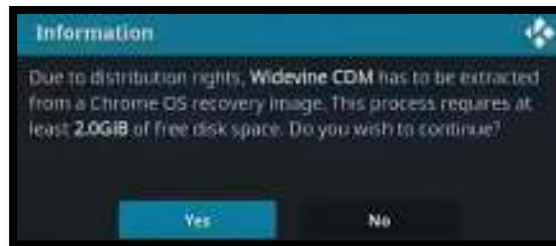


Figura 3.113: *Widevine CDM* [77]

- Seguidamente se despliega otra ventana para aceptar EULA de Google (acuerdo de licencia con el usuario final). Se pulsa en “I accept” para proseguir con la instalación como enseña la figura 3.114.

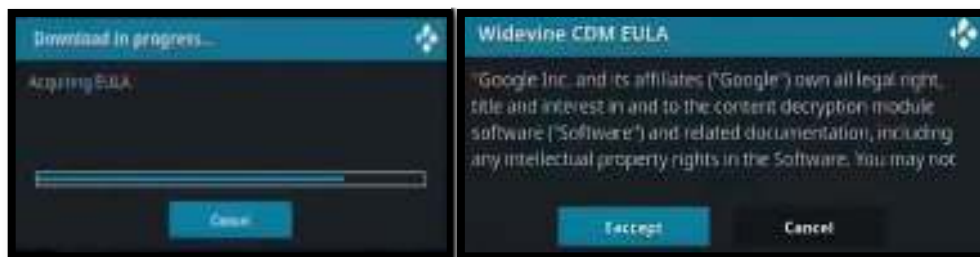


Figura 3.114: Acuerdo de licencia con el usuario final [77]

- Finalmente despliega una ventana que indica que el *add-on* usa herramientas con permisos de root para extraer el archivo requerido de la imagen *Chrome OS*. Se pulsa en “I accept” y se espera que finalice la instalación como muestra la figura 3.115.



Figura 3.115: Extracción de la imagen *Chrome OS* [77]

- Una vez finalizado el proceso de instalación de *Widevine*, se podrá acceder al contenido de *Netflix* sin ningún inconveniente.

Personalización de la interfaz del *media center*

El *media center Kodi* tiene por defecto la apariencia *Estuary*, la cual se muestra en la figura 3.116. *Estuary* es una *skin* sencilla y fácil de manejar pero contiene algunos apartados en su menú que no se utilizarán en el prototipo, por lo tanto se procede a instalar y personalizar la interfaz del centro multimedia usando la apariencia *Bello7*.



Figura 3.116: Apariencia *Estuary* de *Kodi* [78]

Bello7

Es una *skin* oficial de *Kodi* sujeta a la licencia "*Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 international (CC BY-NC-SA4.0)*", es decir no se puede usar con fines comerciales únicamente para uso personal y doméstico.

Proceso de instalación

- Se deberá ingresar a configuraciones/interfaz/mascara, posteriormente se pulsará en obtener más, se buscará *Bello7* y se pulsará para instalar como se indica en la figura 3.117.



Figura 3.117: Instalación de Bello7 [79]

En la interfaz del *media center* se crean los siguientes apartados de acceso rápido: series, películas, *YouTube*, documentales, *Netflix*, radio, Tv, y *Dragon Ball*. Para dichos apartados se utilizan los complementos ya instalados y configurados en la sección anterior. La sección de televisión se crea únicamente para la demostración usando una lista m3u del complemento *Tvchopo*.

Inicialmente se debe activar Bello7

- Se debe seleccionar la nueva mascarará, se activa pulsando en ella y se selecciona “sí” como se muestra en la figura 3.118.

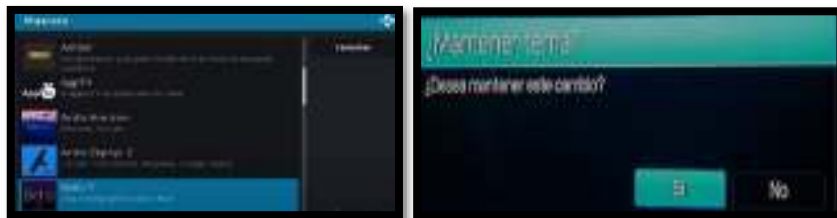


Figura 3.118: Activación de Bello7

- Para crear los apartados se debe ingresar a configurar mascarará, se selecciona pantalla principal y *Customize Home Menu* como se indica en la figura 3.119.



Figura 3.119: Personalización Bello7

- En *Customize Home Menu* se debe elegir la opción añadir, luego aparece un apartado *None*, se debe elegir dicho apartado, se selecciona *Set label* y se ingresa el nombre de la sección a crear como se indica en la figura 3.120.



Figura 3.120: Fabricación de las secciones

- Se crea un *widget* únicamente para las secciones de series, películas, documentales y radio y deben tener el aspecto de poster como se indica en la figura 3.121.



Figura 3.121: Aspecto de los *widget's* para series, películas, documentales y radio

Series

- Se debe proceder a seguir la siguiente ruta *Customize Home Menu/SERIES/Change action/Add-On/Video Add-ons/Alfa/Canales/Series/ Más populares* y se pulsa en *Create menú Item to here* como muestra la figura 3.122.

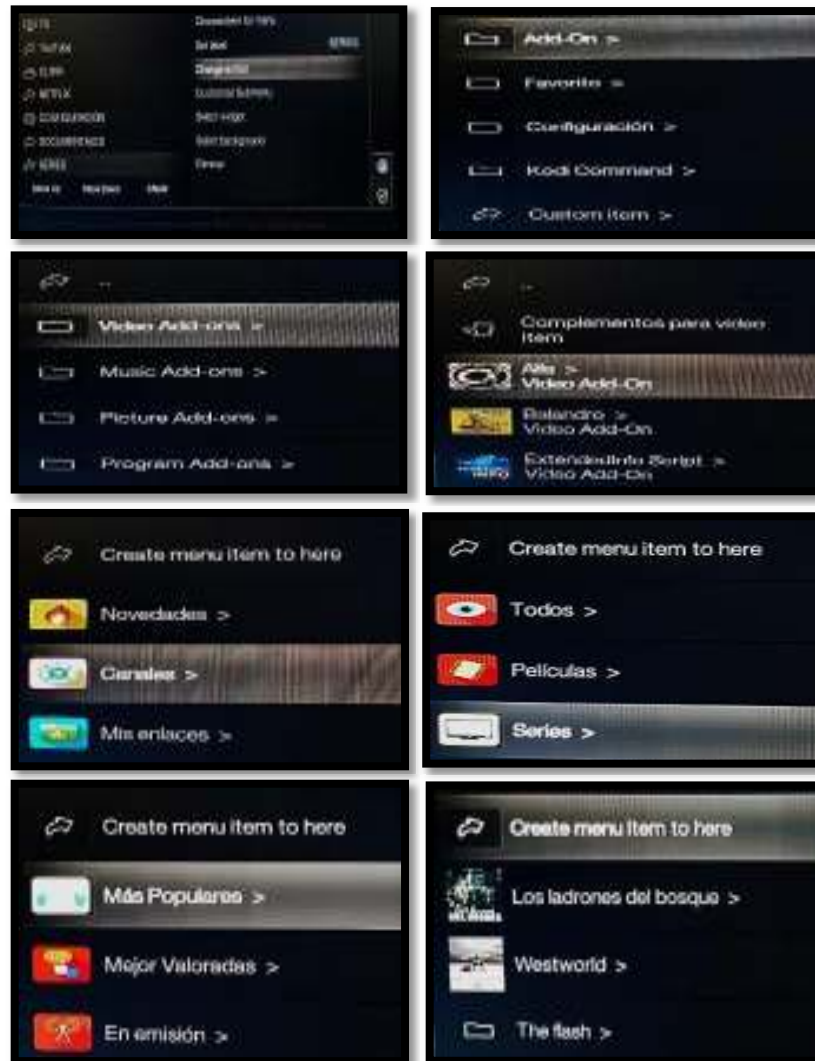


Figura 3.122: Elaboración del menú para la sección series

- Posteriormente se debe ingresar a *Select Widget/Complementos/ Video Add-ons/Alfa/Canales/Series/Más populares*, se pulsa en *Use as Widget* y finalmente se coloca un nombre en este caso es “Alfa-Más populares” como se muestra en la figura 3.123.



Figura 3.123: Elaboración del *Widget* para la sección series

Películas

- Se debe seguir la ruta *Customize Home Menu/PELÍCULAS/Change action/Add-On/Video Add-ons/Balandro/Películas/CineCalidad/Latino/Destacadas* y se pulsa en *Create menú Item to here* como se indica en la figura 3.124.

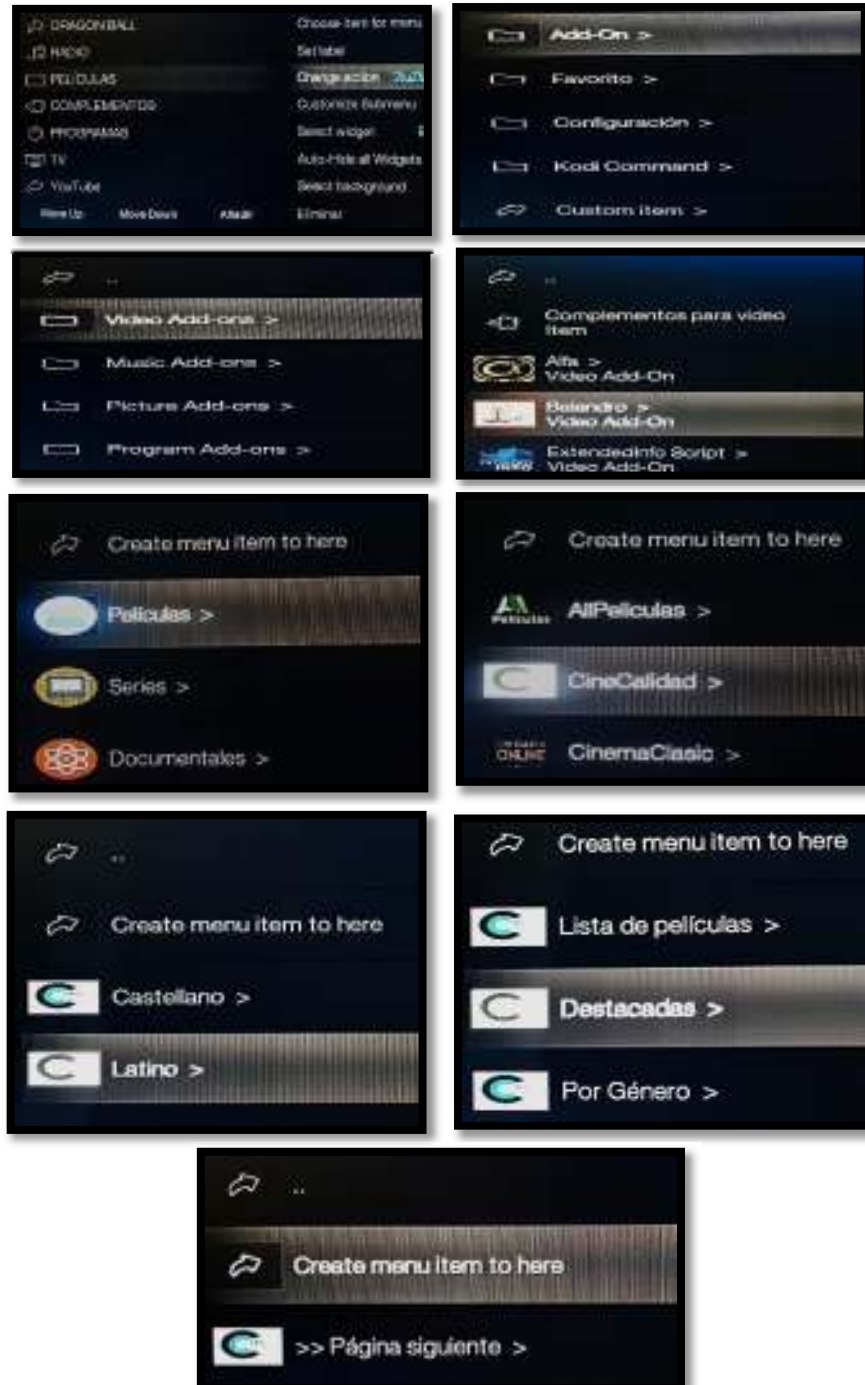


Figura 3.124: Elaboración del menú para la sección películas

- Subsiguientemente se debe ingresar a *Select Widget/Complementos/Video Add-ons/Balandro/Películas/CineCalidad/Latino/Destacadas*, se pulsa en *Use as Widget* y finalmente se coloca un nombre en este caso es “Balandro-Destacadas” como se muestra en la figura 3.125.

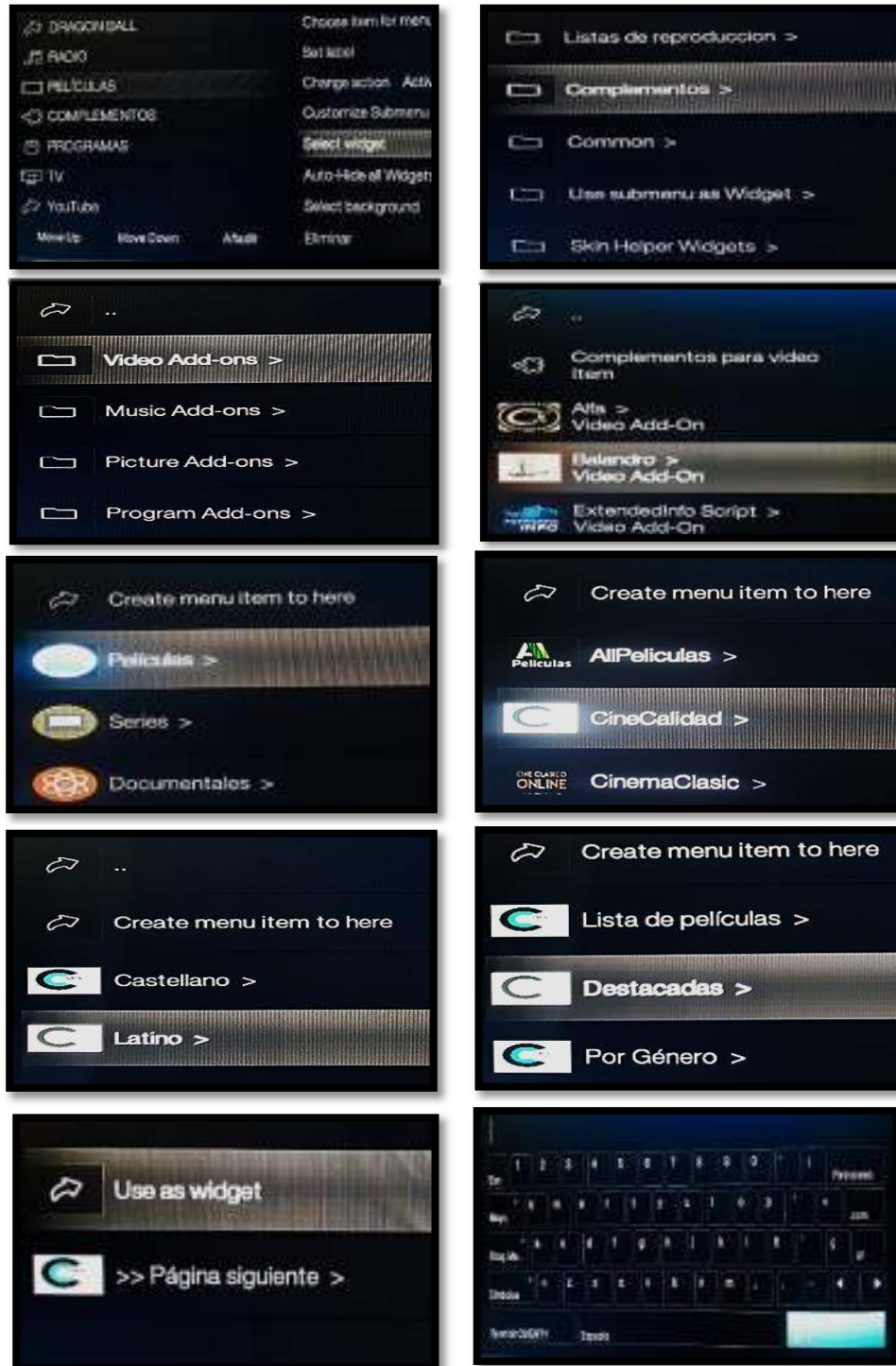


Figura 3.125: Elaboración del *Widget* para la sección películas

Youtube

- Se debe ingresar a *Customize Home Menu/YouTube/Change action/Add-On/Video Add-on/YouTube* y se pulsa en *Create menú Item to here* como se muestra en la figura 3.126.



Figura 3.126: Elaboración del menú para la sección YouTube

Documentales

- Se debe seguir la ruta *Customize Home Menu/ DOCUMENTALES/Change action/Add-On/Video Add-on/Agora* y se pulsa en *Create menú Item to here* como indica la figura 3.127.



Figura 3.127: Elaboración del menú para la sección documentales

- Después se debe ingresar *Select Widget/Complementos/Video Add-ons/Agora/* y se pulsa en *Use as Widget* y finalmente se coloca un nombre en este caso es “Documentales variados” como se muestra en la figura 3.128.

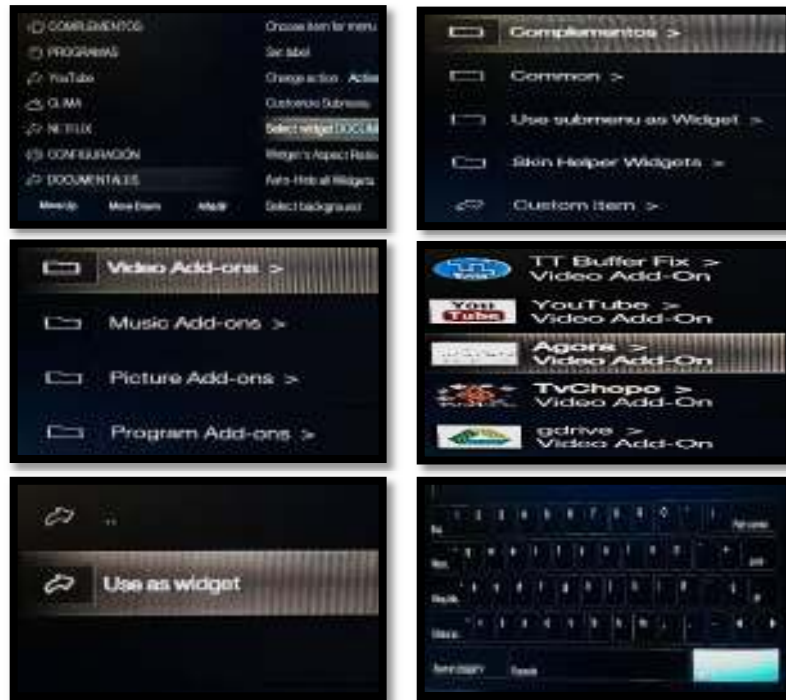


Figura 3.128: Elaboración del *Widget* para la sección documentales

Netflix

- Se debe ingresar a la ruta *Customize Home Menu/NETFLIX/Change action/Add-On/Video Add-on/Netflix* y se pulsa en *Create menú Item to here* como se indica en la figura 3.129.



Figura 3.129: Elaboración del menú para la sección *Netflix*

Radio

- Se debe seguir la ruta *Customize Home Menu /RADIO/Change action/Add-On/Music Add-on/Radio/Local Stations* y se pulsa en *Create menú Item to here* como se muestra en la figura 3.130.

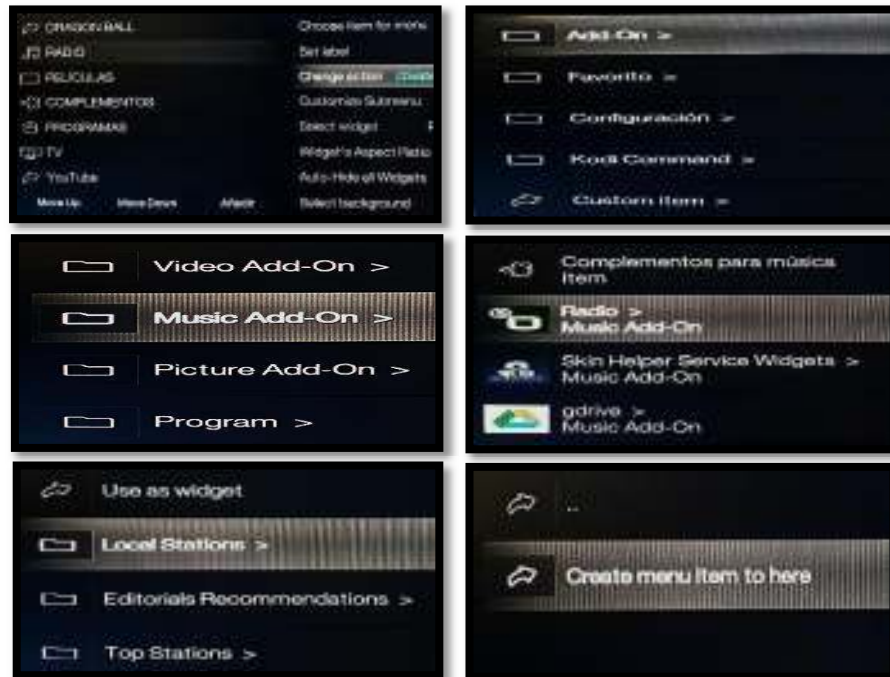


Figura 3.130: Elaboración del menú para la sección radio

- Posteriormente se debe seleccionar *Select Widget/Complementos/Music Add-on/Radio/Local Stations* y se pulsa en *Use as Widget* como indica la figura 3.131.

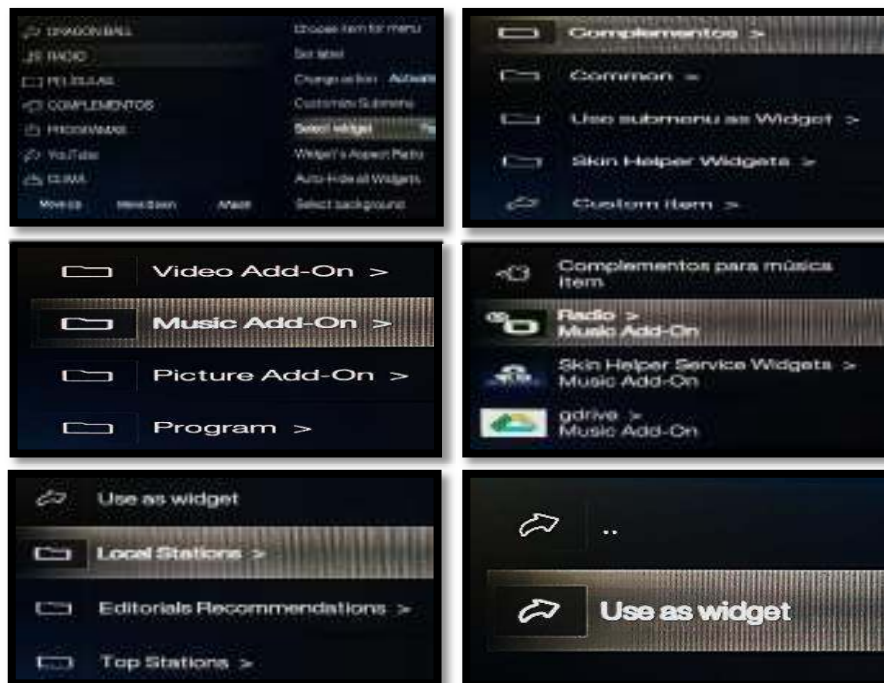


Figura 3.131: Elaboración del *Widget* para la sección radio

Televisión

- Se debe ingresar a la ruta *Customize Home Menu/TV/Change action/Add-On/Video Add-ons/Tvchopo/Zona Tv Premiun/Adictos a la tele/Tv Latina* y se pulsa *Create menú Item to here* como se muestra en la figura 3.132.

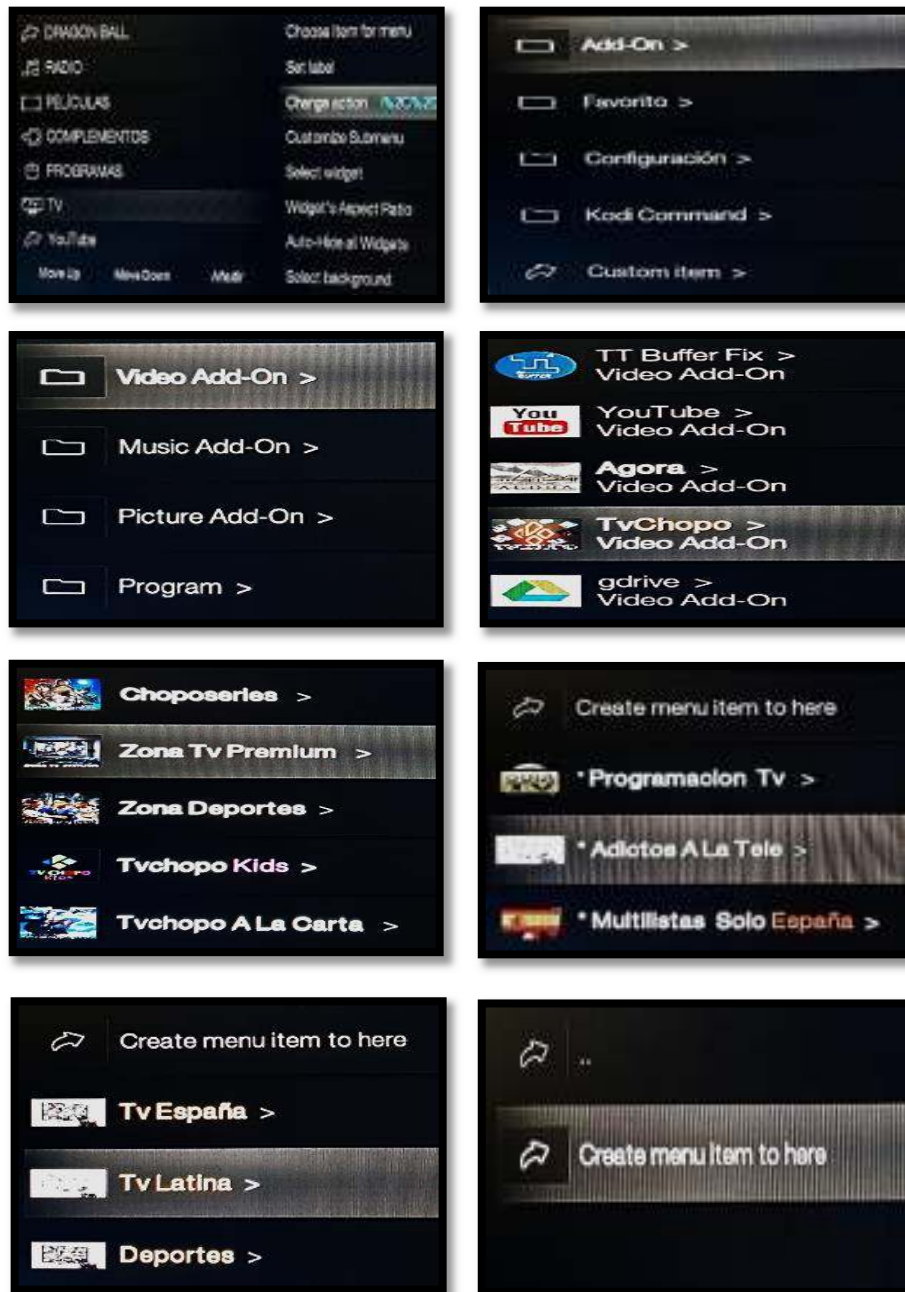


Figura 3.132: Elaboración del menú para la sección televisión

- Luego se debe ingresar a *Select Widget/Complementos/Video Add-on/Tvchopo/Zona Tv Premiun/Adictos a la tele/Tv Latina* y se pulsa en *Use as Widget* como se muestra en la figura 3.133.

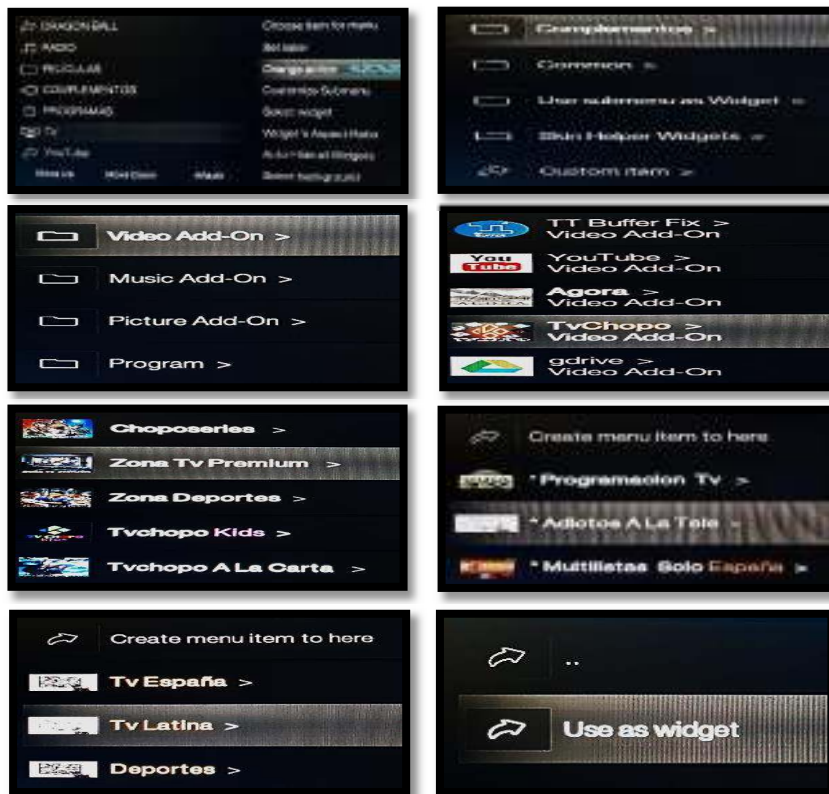


Figura 3.133: Elaboración del *Widget* para la sección de Televisión

Dragón Ball

- Se debe seguir la ruta *Customize Home Menu/ DRAGON BALL/Change action/Add-On/Video Add-on/Tvchopo/Especial de Dragón Ball* y se pulsa en *Create menú Item to here* como se indica en la figura 3.134.

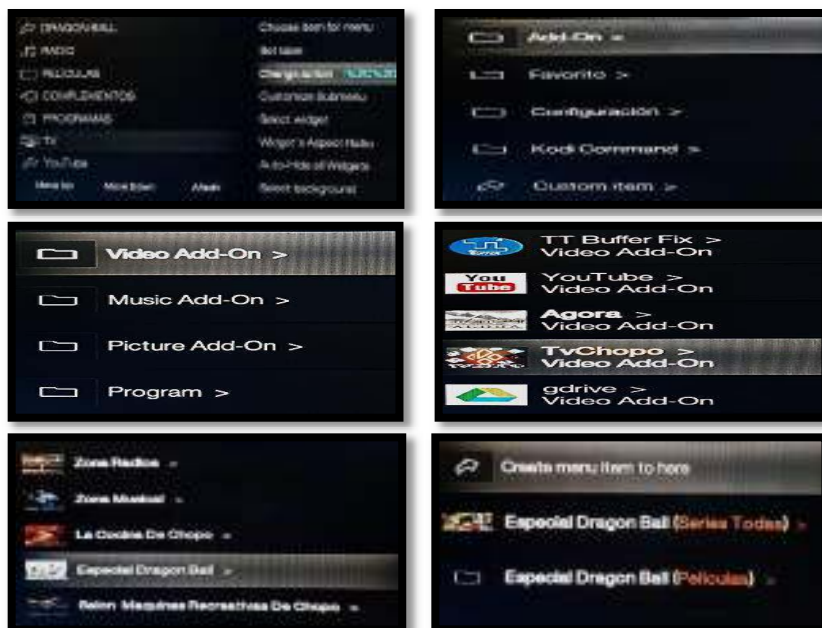


Figura 3.134: Elaboración del menú para la sección de dragón ball

Configuración del mando remoto para la interfaz

Proceso de instalación de Kore, *Official Remote for Kodi*

- Se debe descargar la aplicación desde Play Store como se muestra en la figura 3.135



Figura 3.135: Configuración del mando remoto para la interfaz

Configuración interna en el *media center*

- Se debe ingresar a la interfaz del centro multimedia luego a la ruta Ajustes/Ajustes de servicio como se muestra en la figura 3.136 y se deben activar los siguientes parámetros:
 - Permitir control remoto vía HTTP.
 - Permitir control remoto desde aplicaciones en este equipo.
 - Permitir control remoto desde aplicaciones en otros equipos.

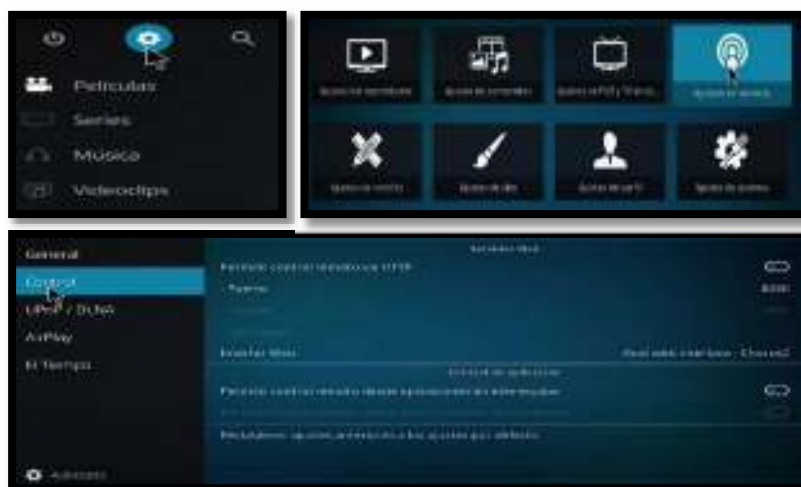


Figura 3.136: Configuración del mando remoto [80]

- La numeración del puerto HTTP 8080 se debe mantener. El usuario para el prototipo lleva el nombre “DAVID” y la contraseña es “casamulti”.

Configuración externa de la aplicación en el dispositivo móvil

- Se debe abrir la aplicación *Kore* en el dispositivo móvil, luego se pulsar en siguiente, *Kore* buscará el centro multimedia, se debe pulsar en él, posteriormente se ingresan las credenciales y termina la configuración. En la figura 3.137 se visualiza el proceso.



Figura 3.137: Configuración del mando remoto

Configuración de la transmisión de contenido multimedia

Proceso de instalación de *Web Video Caster*

- Se debe descargar la aplicación desde *Play Store* como se indica en la figura 3.138.



Figura 3.138: *Web Video Caster*

Configuración interna en el *media center*

- Se procede a acceder a Ajustes/Ajustes de servicio/UPnP/DLNA como indica la figura 3.139 y se deben activar los siguientes parámetros:
 - Activar soporte UPnP.
 - Compartir mis bibliotecas.
 - Anuncia actualizaciones de biblioteca.
 - Buscar reproducciones UPnP remotos.
 - Permitir control remoto a través de UPnP.



Figura 3.139: Configuración de transmisión del contenido multimedia

Configuración externa de la aplicación en el dispositivo móvil

- Se debe abrir la aplicación, seleccionar el icono de transmisión de pantalla, la aplicación buscará al media center, se pulsa en MULTIMEDI-EPN y si establece la comunicación entre los dos dispositivos como se indica en la figura 3.140.

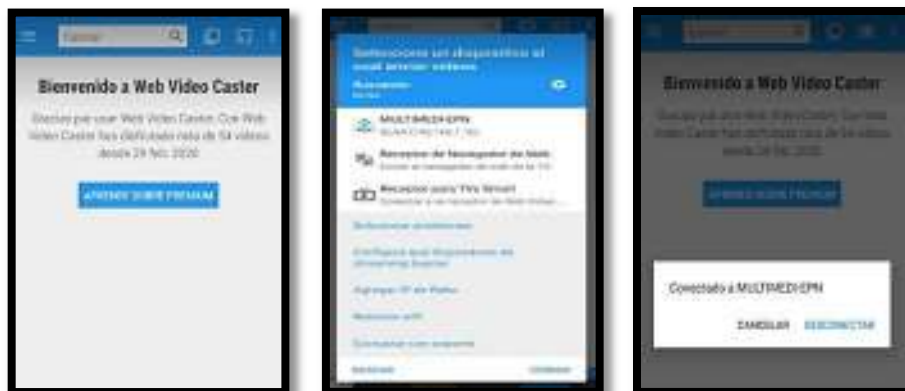


Figura 3.140: Configuración de la aplicación *Web Video Caster*

Configuración del emulador de videojuegos retro *Lakka*

Las configuraciones realizadas son las necesarias para tener un funcionamiento óptimo en la *Raspberry Pi 3* modelo B+. Los otros parámetros de *Lakka* se deben dejar por defecto. La interfaz de la distribución es muy sencilla y similar a la PS3. La configuración inicial se debe realizar de la siguiente manera:

- Se debe cambiar el lenguaje de la interfaz a español. Para esto se debe seguir la siguiente secuencia *Settings/Users/Lenguaje* como se indica en la figura 3.141.

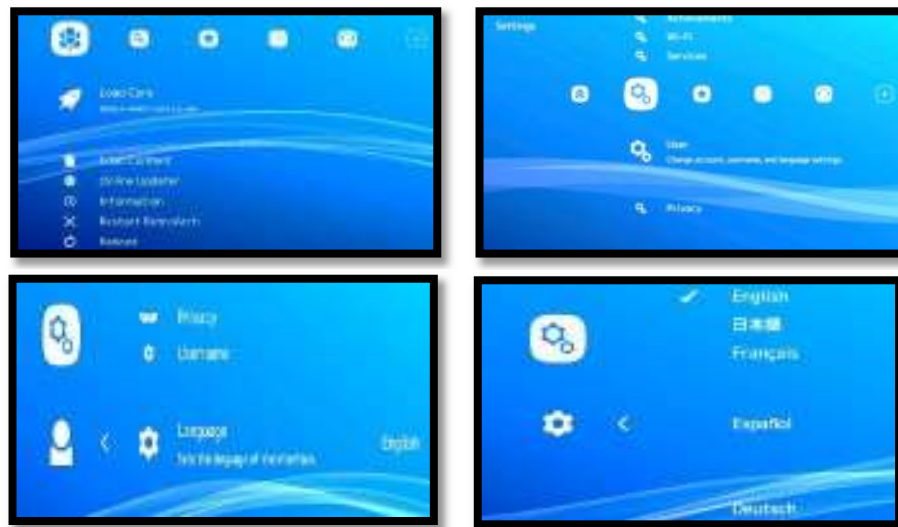


Figura 3.141: Configuración de idioma en *Lakka* [81]

- Posteriormente se debe activar la opción *Wi-Fi* en caso de no tener conexión por cable Ethernet con la siguiente secuencia *Ajustes/Wi-Fi* como se indica en la figura 3.142.



Figura 3.142: Configuración de *Wi-Fi* en *Lakka* [81]

- Finalmente se deben activar los protocolos SSH y SAMBA para posteriormente transferir los archivos binarios (*roms*) de los videojuegos retro al sistema

operativo con el siguiente orden Ajustes/Servicios como se indica en la figura 3.143.

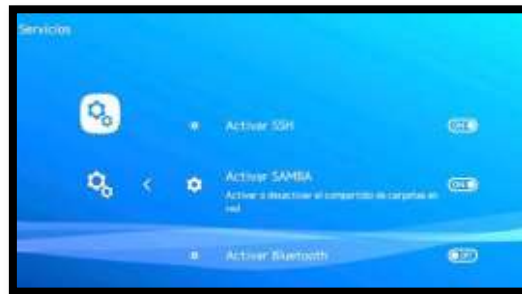


Figura 3.143: Servicios Samba y SSH
[81]

Transferencia de *roms*

El archivo binario de los videojuegos retro se lo conoce como *roms*, estos archivos pueden ser descargados desde cualquier página *web* orientada a videojuegos. Para el prototipo se descargaron varias *roms* de las siguientes consolas:

- *FinalBurnNeo.*
- *MAME.*
- *Nintendo-Nintendo64.*
- *Nintendo-Nintendo Entertainment System.*
- *Nintendo-Super Nintendo Entertainment System.*
- *PS1.*
- *Sega-Mega Drive-Genesis.*
- *Sega-Master System-MarkIII.*

Los juegos descargados se ordenaron en carpetas con el nombre de la consola respectiva. Para transferir dichas *roms* de las consolas se usa el programa *Advanced IP Scanner*.

- Se debe iniciar *Advanced IP Scanner*, se selecciona el dispositivo *Lakka* y se procede a ingresar en él como se indica en la figura 3.144.

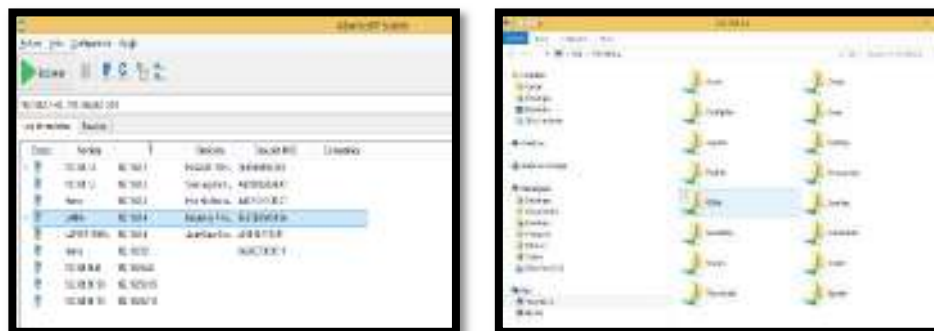


Figura 3.144: Conexión de dispositivos *Lakka* y PC

- Posteriormente se localiza la carpeta *ROMs/downloads* y se copian las carpetas de las consolas como se indica en la figura 3.145.

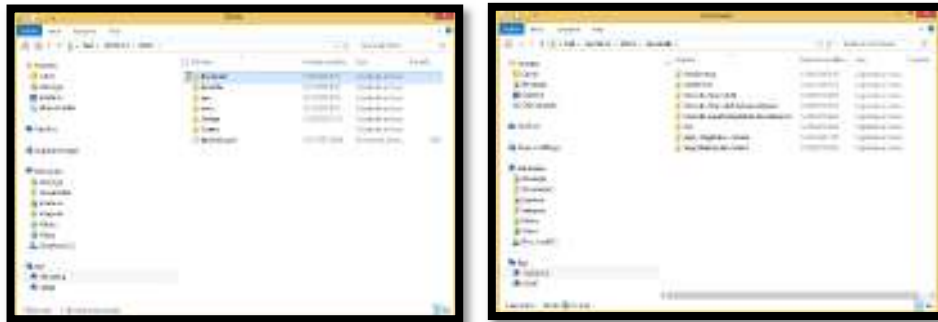


Figura 3.145: Transferencia de videojuegos

- Luego se debe ingresar a *Lakka/Importar contenido/Escanear carpeta/downloads* y se debe seleccionar la opción escanear esta carpeta, de esta manera *Lakka* lee los juegos y los ordena por consolas como se muestra en la figura 3.146.



Figura 3.146: Lectura de juegos en *Lakka*

Configuración de *gamepad*

Lakka reconoce la mayoría de mandos USB pero si el usuario desea cambiar la configuración a su preferencia tiene que usar la siguiente dirección *Ajustes/Controles/Control de usuario 1* y seleccionar *Usuario 1* asignar todo, consecuentemente aparece un asistente que le ayudará a configurar botón por botón como se indica en la figura 3.147.



Figura 3.147: Configuración del *gamepad*

Configuración de juegos

El emulador ordena los juegos por consolas pero no les asigna un núcleo ideal para su funcionamiento por lo tanto se procede a testear los núcleos y se deja asignado el núcleo correcto. Se debe ingresar consola por consola y seleccionar juego por juego para asignar un núcleo completamente funcional como se indica en el ejemplo de la figura 3.148.

Ejemplo:

- Se debe elegir un juego, luego se selecciona la opción *Set Core Association* y se asigna el núcleo ideal.



Figura 3.148: Asignación de núcleos a los juegos

Bios

Los juegos de las consolas para funcionar correctamente necesitan tener las bios correspondientes.

Transferencia de Bios

- En la carpeta *System* se deben copiar las bios descargadas del siguiente enlace <http://www.lakka.tv/doc/BIOSes/>.

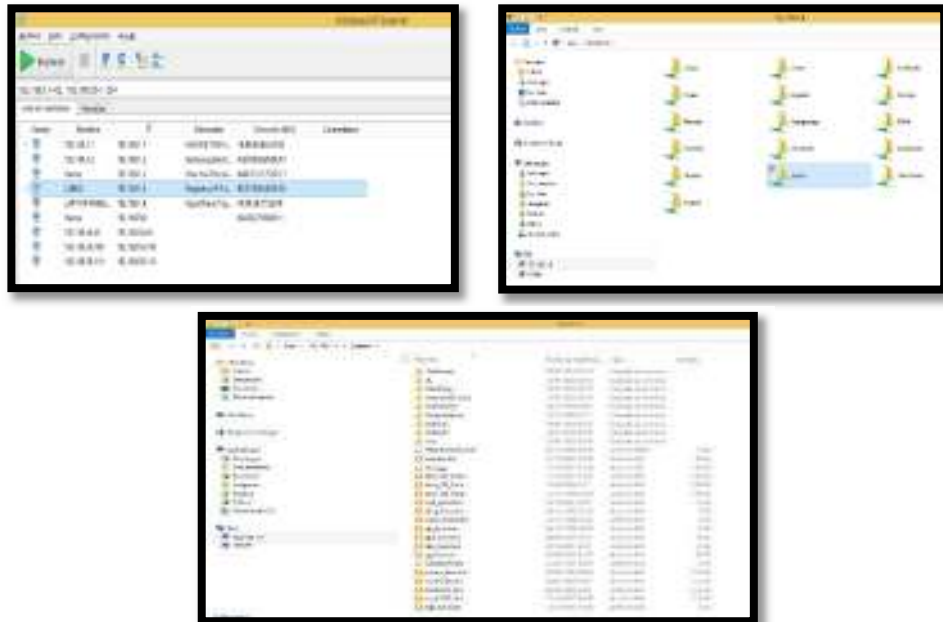


Figura 3.149: Transferencia de Bios

Personalización de la interfaz

El usuario mediante la siguiente ruta puede personalizar la interfaz Ajustes/Interfaz de usuario/Apariencia como se indica en la figura 3.150.



Figura 3.150: Menú de apariencia en Lakka

3.6 Pruebas de funcionamiento del prototipo

Visualización mediante salida HDMI

Para la prueba se usó un televisor no inteligente con entrada HDMI y se probó la interfaz del centro multimedia como se muestra en la figura 3.151.



Figura 3.151: Prueba de visualización mediante salida HDMI

Visualización mediante salida RCA

Para la prueba se usó un televisor antiguo con entrada RCA y se probó la interfaz del emulador de consolas de videojuegos retro. Debido a que la resolución de video depende del dispositivo final y este tipo de televisor no tiene una alta calidad de resolución la visualización se ve algo mermada como se indica en la figura 3.152.



Figura 3.152: Prueba de visualización mediante salida RCA

Funcionamiento del arranque dual

La prueba se realizó en un televisor no inteligente con entrada HDMI. La primera opción LibreELEC_RPi2 corresponde al centro multimedia y la segunda opción Lakka_RPi2 corresponde al emulador de consolas de videojuegos retro. En la figura 3.153 se muestra el menú inicial.



Figura 3.153: Prueba de funcionamiento del arranque dual

Funcionamiento de la interfaz del centro multimedia

Las pruebas se realizaron en un televisor no inteligente con entrada HDMI para tener una mejor calidad en la resolución de video como se muestra en la figura 3.154. Esto no quiere decir que el prototipo no funcione en dispositivos con entrada RCA si no que la resolución de video de aquellos equipos no es muy alta, por tal motivo las imágenes colocadas en esta sección hubieran aparecido opacadas y no se lograría visualizar de manera óptima el funcionamiento de la interfaz.

Las pruebas de funcionamiento se realizaron por secciones. El acceso a cada sección es explicado más a fondo en el manual de uso que se encuentra en el anexo A.



Figura 3.154: Interfaz del centro multimedia

- **Sección Dragón Ball:** en la prueba se optó por reproducir la temporada Dragón Ball GT, capítulo 8 como se indica en la figura 3.155.



Figura 3.155: Funcionamiento sección Dragón Ball

- **Sección Radio:** en la prueba se escogió reproducir la emisora Disney Ecuador como se indica en la figura 3.156.



Figura 3.156: Funcionamiento sección radio

- **Sección Películas:** para la prueba se eligió la película la Vieja Guardia como se muestra en la figura 3.157.



Figura 3.157: Funcionamiento sección películas

- **Sección YouTube:** para la prueba se escogió reproducir un video de la opción popular en este momento como se muestra en la figura 3.158.



Figura 3.158: Funcionamiento sección YouTube

- **Sección Netflix:** en esta sección se accedió directamente a la cuenta para escoger al usuario como se indica en la figura 3.159 debido a que las credenciales de la cuenta ya se validaron anteriormente. Si se desea cambiar de cuenta, Netflix pedirá las credenciales de la nueva cuenta para ingresar a la misma.



Figura 3.159: Funcionamiento de la sección Netflix

- **Sección Documentales:** en la prueba se eligió reproducir un documental de la sección HD como se muestra en la figura 3.160.



Figura 3.160: Funcionamiento sección documentales

- **Sección Series:** para la prueba se escogió reproducir la serie Ladrones del Bosque, temporada 1, capítulo 1 como se muestra en la figura 3.161.



Figura 3.161: Funcionamiento de la sección series

- **Sección Televisión:** para la prueba se eligió reproducir el canal Vtv Uruguay como se indica en la figura 3.162.



Figura 3.162: Funcionamiento de la sección Televisión

Funcionamiento del emulador de videojuegos retro

De la misma manera que en las pruebas del centro multimedia estas pruebas se realizaron en el mismo equipo. La interfaz del emulador es muy sencilla, por lo tanto, las pruebas del funcionamiento se realizaron de forma general ya que todas las consolas y juegos pueden ser ejecutados cumpliendo la misma secuencia de pasos. En la figura 3.163 se indica la interfaz del emulador. La forma de ingresar a las consolas e iniciar juegos es explicada detalladamente en el manual de uso que se encuentra en el anexo A.



Figura 3.163: Funcionamiento de la interfaz del emulador

El juego elegido para probar el funcionamiento fue Super Mario Bros 3 de la consola Nintendo-Nintendo *Entertainment System* como se indica en la figura 3.164.



Figura 3.164: Funcionamiento de los videojuegos retro

3.7 Corrección de errores

Centro multimedia

Error en la visualización de la interfaz personalizada

Si no se dispone de un cable Ethernet para tener acceso de Internet, la interfaz personalizada del centro multimedia no podrá inicializarse ya que necesita Internet para mostrar su contenido. Para solucionar el problema se debe mantener la apariencia por defecto del *media center* y posteriormente activar la interfaz personalizada de la siguiente manera:

- Se debe configurar la red *Wi-Fi* usando la siguiente ruta Configuración/LibreELEC/PIN/Conexiones como se muestra en la figura 3.165 y luego se procede a activar la interfaz personalizada siguiendo la ruta Configuración/Interfaz/Ajustes/Skin/Bello7 como se indica en la figura 3.166.



Figura 3.165: Corrección del error por visualización conexión *Wi-Fi*



Figura 3.166: Corrección del error de visualización interfaz

Error en la visualización de contenido

Si el contenido de varios *add-ons* y repositorios del *media center* no se muestra o aparecía vacío se debe a que las DNS por defecto otorgadas por el proveedor de Internet pueden tener algunas restricciones o también el ISP puede bloquear el acceso a diferentes sitios *web* en los cuales está alojado dicho contenido. Por lo tanto, se debe

cambiar las DNS por defecto y configurar las DNS de *Google* 8.8.8.8 y 8.8.4.4 en el *media center*.

Configuración de las DNS de Google

- Se debe seguir la siguiente ruta Configuración /*LibreELEC*/PIN/Conexiones-*Wired*/Servidores DNS como se muestra en la figura 3.167.



Figura 3.167: Configuración de las DNS de *Google*

Error en la visualización de contenido en YouTube

El *add-on* YouTube pasó por varios cambios y en sus últimas actualizaciones pide necesariamente activar una API para acceder a su contenido. Una API es un conjunto de funciones y protocolos utilizados para desarrollar e integrar programas de las aplicaciones, permitiendo la comunicación entre dos aplicaciones de *software* [62]. La API para el *add-on* YouTube fue creada usando la cuenta del autor del presente proyecto.

Proceso

- Se debe ingresar al siguiente enlace <https://console.cloud.google.com/> como se muestra en la figura 3.168.

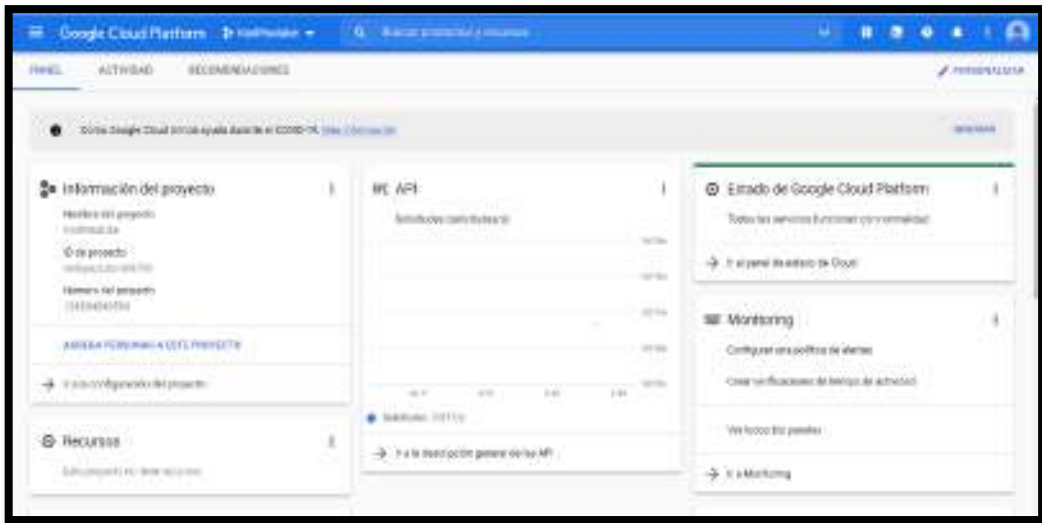


Figura 3.168: Google Cloud Platform

- Posteriormente se crea un nuevo proyecto en este caso se creó uno con el nombre KodiYoutube como se muestra en la figura 3.169.

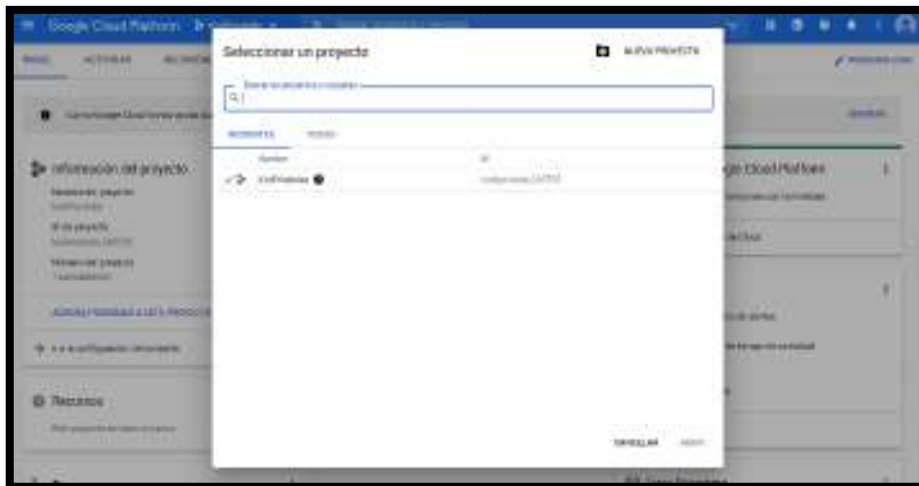


Figura 3.169: Proyecto KodiYoutube

- Luego se debe habilitar *YouTube Data API v3* como se indica en la figura 3.170.

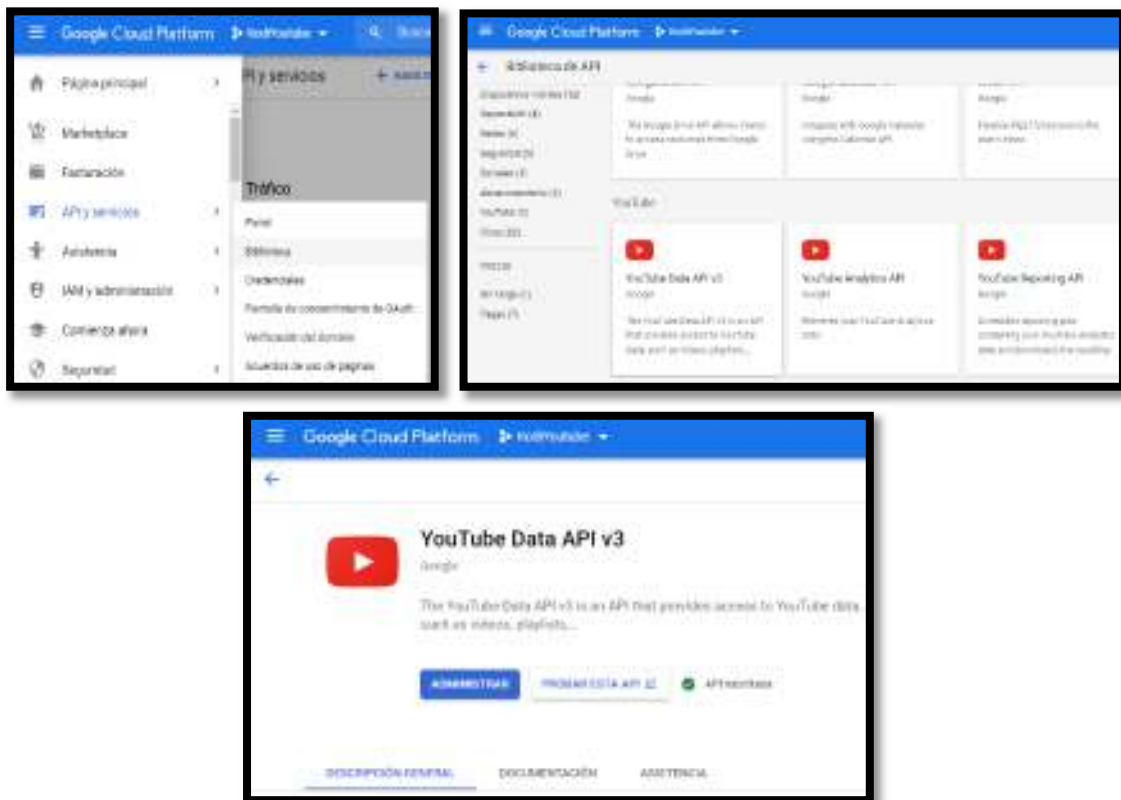


Figura 3.170: *YouTube Data API v3*

- Luego se ingresa a credenciales para generar las diferentes claves de acceso como se indica en la figura 3.171.

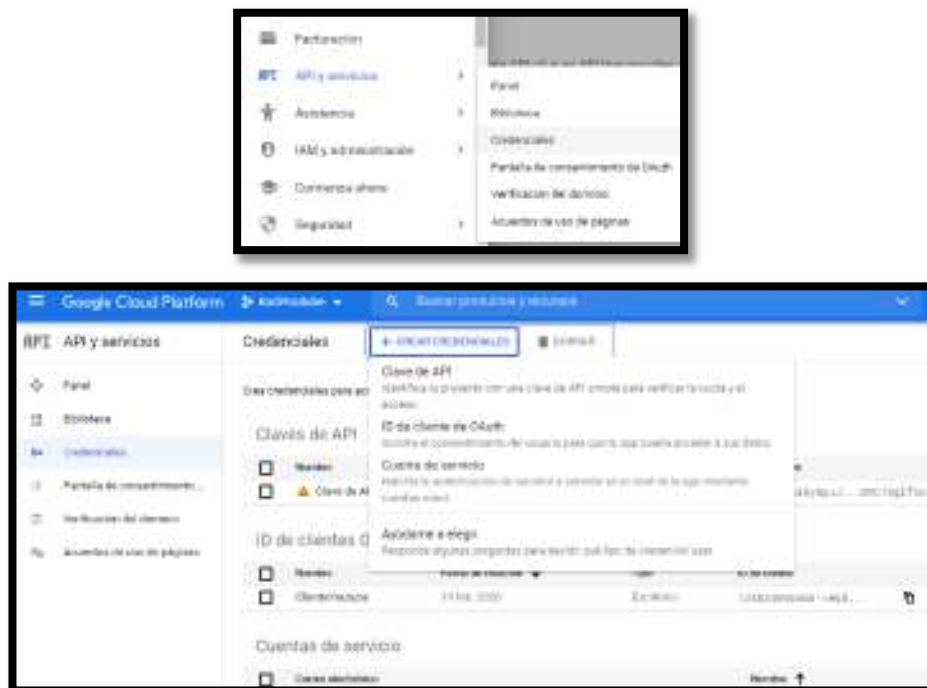


Figura 3.171: Credenciales de KodiYoutube

- Las claves generadas fueron las siguientes como se muestra en las figuras 3.172 y 3.173.



Figura 3.172: API Key



Figura 3.173: Claves de acceso ClienteYoutube

- Finalmente, las claves generadas se ingresaron en el *add-on* YouTube como se indica en la figura 3.174.



Figura 3.174: Ingreso de las claves de acceso para YouTube

Error de visualización de contenido en *Netflix*

Netflix aún no ha desarrollado un complemento oficial para dispositivos de *software* libre, por esta razón en ciertas ocasiones no es posible acceder a su contenido desde estos dispositivos. Los complementos usados para acceder al servicio de *Netflix* son realizados por terceros, por tal motivo en ciertas ocasiones cuando la plataforma oficial de *Netflix* realiza una actualización en sus servicios estos complementos quedan inhabilitados hasta que los desarrolladores de los mismos levanten una actualización propia para su complemento.

Lamentablemente este error no se puede solucionar, únicamente se debe esperar una actualización del complemento, por lo tanto se recomienda instalar las actualizaciones del módulo *Widevine* CDM que solicite el *add-on* de *Netflix* para su funcionamiento de esta manera se puede asegurar un funcionamiento estable del *add-on*.

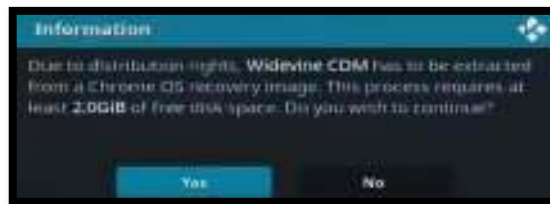


Figura 3.175: Módulo *Widevine* CDM [77]

Error de visualización del contenido de películas

La sección películas maneja el complemento Balandro en el cual se creó un acceso rápido en la interfaz inicial usando el sitio *web* Cinecalidad, este sitio *web* en algunas ocasiones puede tener fallos en mostrar su contenido eso se debe a diversas fallas propias del sitio como: enlaces caídos, enlaces borrados y servidores saturados. La ventaja de Cinecalidad es el manejar varios dominios por lo tanto si en algún momento el contenido no se muestra únicamente se debe cambiar de dominio.

Cambio de dominio en Cinecalidad

- Se debe seguir la siguiente ruta Add-ons/Balandro/Películas/CineCalidad/Configuración dominio a usar y seleccionar el dominio funcional como se indica en la figura 3.176.



Figura 3.176: Cambio de dominio sección películas

Errores generales

El centro multimedia presentó algunos errores pequeños en diferentes secciones multimedia. Estos errores surgen debido a que algunos programas, *scripts*, complementos y archivos adicionales deben actualizarse regularmente, por lo tanto se debe activar la opción de actualizaciones automáticas. Para activar dicha opción se deberá seguir la ruta Configuraciones/Sistema/Add-ons y seleccionar actualizaciones automáticas como se muestra en la figura 3.177.



Figura 3.177: Actualizaciones automáticas

La distribución general que maneja el centro multimedia es *LibreELEC* y al igual que un complemento se debe actualizar, pero es recomendable realizarlo manualmente, la distribución notificará automáticamente al usuario si existe alguna actualización disponible.

Proceso

- Se debe ingresar a la ruta Configuraciones/Sistema/*LibreELEC*/Actualizaciones/ Actualizar Canal y se elige el canal más reciente como se indica en la figura 3.178.



Figura 3.178: Actualizaciones manuales

- Posteriormente se elige actualizaciones disponibles y se selecciona la más reciente como se muestra en la figura 3.179.

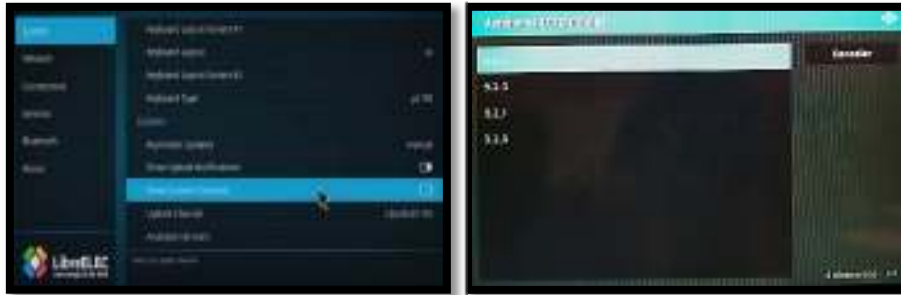


Figura 3.179: Actualizaciones Disponibles

Emulador de consolas de videojuegos retro

Algunos juegos arcade no se muestran en la interfaz de la consola Mame 2010

Este error ocurre debido a que los archivos de los juegos no tienen el nombre original y por ello el sistema del emulador no los reconoce, por lo tanto no los agrega a lista por defecto. Los juegos deben ser agregados manualmente a la lista de la consola Mame 2010.

Proceso

- Se debe ingresar a *Lakka* usando el programa *Advanced Ip Scanner* como se indica en la figura 3.180.

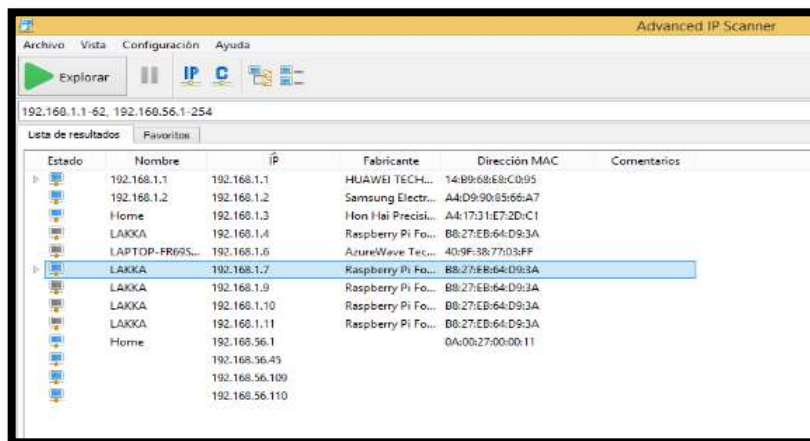


Figura 3.180: Lectura de *Lakka*

- Luego se ingresa a *Playlists/MAME 2010* para revisar qué juegos están agregados como se muestra en la figura 3.181.

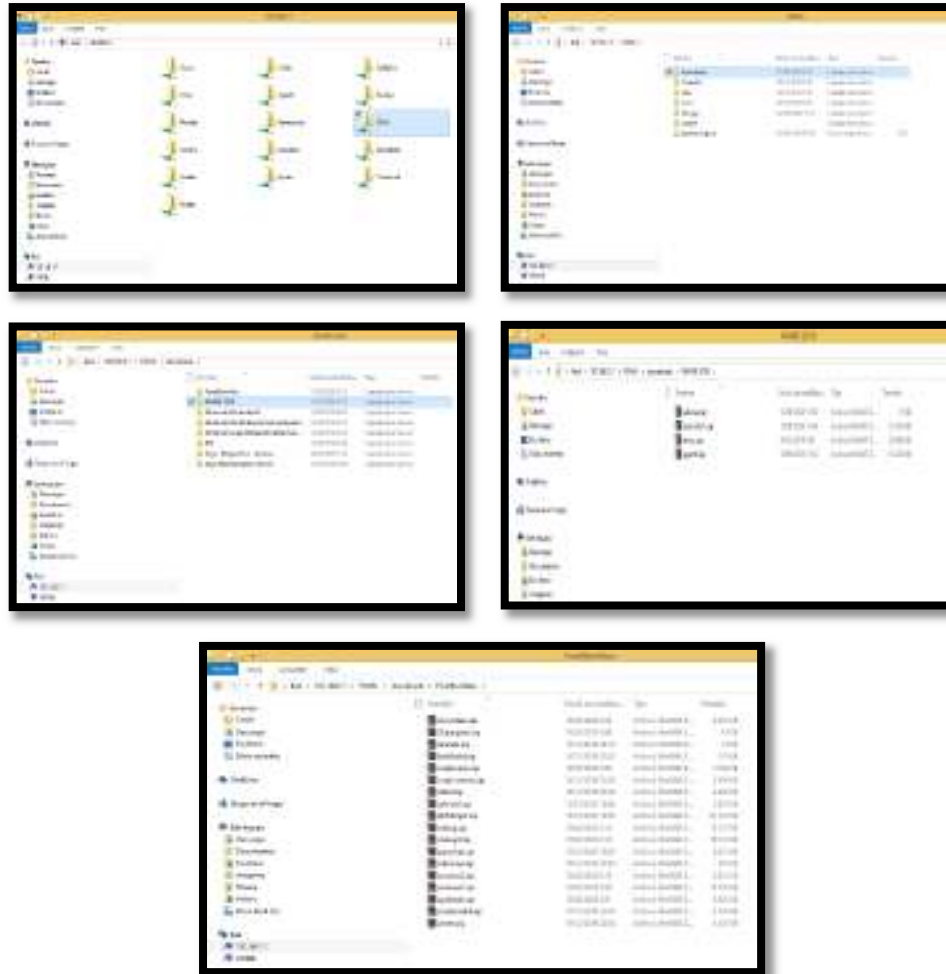


Figura 3.182: Revisión de los juegos arcade

- Luego se procede a agregar los juegos faltantes usando la misma estructura generada por defecto en las listas como se muestra en la figura 3.183. La estructura tiene 6 líneas las cuales indican los siguientes parámetros:
 - **Path:** indica la ruta en la cual está ubicado el archivo zip del juego.
 - **Label:** muestra el nombre del juego.
 - **Core path:** indica la ruta en la cual está ubicado el núcleo que usará el juego para su arranque. En este caso como son juegos arcade únicamente se usará los núcleos mame2010 y fbneo.
 - **Core name:** muestra el nombre del núcleo.
 - **Crc32:** indica una cadena de 8 caracteres que es utilizada para detectar errores.
 - **db_name:** indica el nombre de la *playlist*.

Los parámetros importantes para modificar son *path* y *core*. El parámetro CRC32 no es necesario puede ser borrado o por defecto agregar un número aleatorio hexadecimal para rellenar.

```

MAME 2010.lpl: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
{
  "version": "1.2",
  "default_core_path": "",
  "default_core_name": "",
  "label_display_mode": 0,
  "right_thumbnail_mode": 0,
  "left_thumbnail_mode": 0,
  "items": [
    {
      "path": "/storage/roms/downloads/FinalBurnNeo/sonicw12.zip",
      "label": "Aero Fighters 2 / Sonic Wings 2",
      "core_path": "/tmp/cores/fbneo_libretro.so",
      "core_name": "Arcade (FinalBurn Neo)",
      "crc32": "77AF8FE1|crc",
      "db_name": "MAME 2010.lpl"
    },
    {
      "path": "/storage/roms/downloads/MAME 2010/alienar.zip",
      "label": "Alien Arena",
      "core_path": "/tmp/cores/mame2010_libretro.so",
      "core_name": "Arcade (MAME 2010)",
      "crc32": "01ACE2AB|crc",
      "db_name": "MAME 2010.lpl"
    },
    {
      "path": "/storage/roms/downloads/FinalBurnNeo/bob1bob1.zip",
      "label": "Bobble Bobble",
      "core_path": "/tmp/cores/fbneo_libretro.so",
      "core_name": "Arcade (FinalBurn Neo)",
      "crc32": "1BC2BAE5|crc",
      "db_name": "MAME 2010.lpl"
    },
    {
      "path": "/storage/roms/downloads/FinalBurnNeo/captavenu.zip",
      "label": "Capitón América y Los Vengadores (US Rev 1.9)",
      "core_path": "/tmp/cores/fbneo_libretro.so",
    }
  ]
}

```

Figura 3.183: Estructura de la lista Mame 2010

- Finalmente se ingresa a *Lakka* para escanear nuevamente las carpetas como se indica en la figura 3.184.



Figura 3.184: Escaneo de carpetas

Algunos juegos se repiten en las listas de las consolas

El nombre de algunos juegos se clona en el momento en el cual el sistema escanea los archivos de las carpetas y por lo tanto se duplican en las listas. Únicamente se revisó los juegos duplicados y se procedió a quitarlos directamente de la lista como se indica en el ejemplo de la figura 3.185.

Ejemplo:



Figura 3.185: Eliminación de juegos duplicados

3.8 Costos de implementación

En la tabla 3.3 se especifican los costos de implementación del prototipo.

Tabla 3.3: Costos de implementación

DETALLE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
Raspberry Pi modelo B +	\$ 60	1	\$ 60
Disipadores	\$ 2	2	\$ 4
Mini ventilador	\$ 5	1	\$ 5
Micro SD de 32GB	\$ 10	1	\$ 10
Mini keyboard Rii	\$ 10	1	\$ 10
Mini HDMI2AV	\$ 10	1	\$ 10
Carcasa de Raspberry Pi modelo B +	\$ 7	1	\$ 7
Caja de protección para el prototipo	\$ 50	1	\$ 50
Gamepad genérico	\$ 4	1	\$ 4
Cable HDMI	\$ 4	1	\$ 4
Cable RCA	\$ 2	1	\$ 2
Mano de obra por hora	\$ 10	10	\$100
	Total		\$ 266

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El análisis de los requerimientos para el desarrollo del proyecto fue realizado considerando las necesidades de las personas para acceder a contenido multimedia sin que sea necesario poseer un televisor inteligente. De esta manera se determinó que es necesario implementar un dispositivo que permita repotenciar aquellos televisores antiguos (como los de rayos catódicos) e incluso televisores relativamente nuevos que no poseen estas facilidades para brindar a los usuarios la posibilidad de consumir una mayor cantidad de contenido multimedia.
- El prototipo implementado puede ser conectado a cualquier dispositivo que tenga entradas RCA o HDMI permitiendo que sean potencializados no solo televisores no inteligentes sino cualquier dispositivo que tenga estas entradas como por ejemplo los monitores.
- Tras el análisis de requerimientos para la implementación del prototipo se encontró que es necesario implementar funciones que permitan diferenciar al prototipo de los demás dispositivos disponibles en el mercado, por lo tanto, el prototipo implementado cuenta con un centro de entretenimiento (*media center*) que permita consumir contenido multimedia y también sirve como consola de juegos retro para que el usuario pueda ejecutar juegos sin la necesidad de una consola.
- El prototipo implementado brinda al usuario final la capacidad de acceder a cualquier tipo de contenido multimedia de forma gratuita, así como de forma pagada por medio de Internet, de esta forma el usuario mediante el uso de *add-ons* puede visualizar películas, series, documentales, videos musicales, novelas, caricaturas y canales de televisión que sean de su preferencia cuando él lo requiera.
- Acceder al contenido gratuito que puede disfrutar el usuario no tiene costo económico alguno ya que se han instalado y configurado varios *add-ons* en el prototipo que permiten que esto se realice. En ocasiones se requiere que el usuario tenga un poco de paciencia, debido a que el acceso se realiza mediante canales y servidores gratuitos, por lo cual algunos de ellos se saturan por el

exceso de usuarios y otros tienen enlaces caídos debido a falta de soporte, por lo tanto, el usuario debe seleccionar otro servidor o en todo caso elegir otro contenido para visualizar.

- El *add-on* de paga instalado en el prototipo (*Netflix*) elimina la falencia del tiempo de espera, el cambio de servidor y enlaces caídos en los complementos gratuitos, por lo tanto, es más eficiente al momento de reproducir el contenido en comparación a un gratuito.
- Después de analizar las 7 placas de los diferentes microcomputadores se eligió finalmente a la placa Raspberry Pi modelo B +, ya que esta posee las especificaciones necesarias para soportar el sistema del prototipo debido a su procesador *Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 1.4Ghz 64bits Quad Core*, además tiene las mejores características en cuanto a conexiones inalámbricas, conexión en red, puertos de entrada y salida para diversos periféricos y además posee la mejor relación costo-beneficio a diferencia de las otras placas.
- El programa *Noobs* se eligió para el sistema del prototipo, debido a que permite al usuario acceder directamente al media center y al emulador de videojuegos retro desde el menú inicial sin necesidad de carpetas intermedias, configuraciones extra y tiempos largos de espera. Mientras que el programa *LibreELEC* fue seleccionado para el centro multimedia, ya que tiene las características necesarias para soportar todo tipo de servicio multimedia mediante *add-ons* y *scripts*, además tiene actualmente soporte continuo para las diversas actualizaciones de los *add-ons*.
- El programa *Lakka* fue elegido, debido a su compatibilidad con una gran variedad de emuladores de videojuegos retro, compatibilidad con diversos *gamepad* y por su rapidez al cargar los juegos.
- El mini ordenador *Raspberry Pi* modelo B + empleado en el presente proyecto soporta un rango de calidades de reproducción de 480p a 1080p pero no tiene soporte 4K debido a las limitaciones de la placa del modelo. Además, es importante destacar que la calidad de visualización del contenido depende del complemento elegido por el usuario ya que los *add-ons* permiten seleccionar la calidad de reproducción previa a la visualización del contenido.

- Las listas m3u que se utilizan para el acceso de canales de televisión mediante Internet son inestables ya que son gratuitas y tienden a ser muy sensibles a bloqueos, por lo tanto, el uso del *add-on* de televisión es netamente opcional ya que en cuestión de días se deberá actualizar la lista m3u como se muestra en la parte de personalización de la sección de televisión del *media center*.
- Las pruebas iniciales en el prototipo mostraron algunas fallas tanto en el *media center* y el emulador. En el centro multimedia fueron fallas al reproducir y acceder al contenido debido a restricciones de las DNS por defecto y problemas de configuración en los complementos, dichos errores fueron corregidos exitosamente mediante nuevas configuraciones.
- El emulador de videojuegos retro puede ejecutarse con o sin Internet debido a que el prototipo ejecuta los juegos sin necesidad de Internet, además el emulador no necesita de actualizaciones. El acceso a Internet únicamente se usará en caso de que el usuario desee jugar de manera *online*.
- El usuario puede agregar más juegos (*roms*) a las consolas ya configuradas siguiendo el mismo proceso descrito en la sección de configuración del emulador de videojuegos retro. Además, el emulador es compatible con la mayoría de mandos USB hasta con los más económicos debido a que la distribución empleada (*Lakka*) tiene soporte general para todo tipo de mandos USB.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que, el centro multimedia se encienda una vez cada mes debido a que la mayoría de los complementos tienden a actualizarse de manera continua y al no encender el *media center* por un tiempo prolongando pueden generar fallos en los complementos. Además, están configuradas las actualizaciones automáticas de tal manera que al encender el *media center* se actualizará automáticamente.
- En el caso de no tener a disposición un cable Ethernet para el prototipo se debe mantener la apariencia por defecto del centro multimedia hasta que se configure una red *Wi-Fi* y posteriormente se podrá activar la apariencia personalizada debido a que esta funciona con acceso a Internet.

- En el caso de que el usuario requiera usar el complemento de televisión regularmente se recomienda contratar un proveedor de listas m3u ya que las gratuitas son muy inestables.
- Se recomienda tener cuidado al realizar las conexiones de los cables en los puertos de entrada y salida del prototipo, ya que al aplicar excesiva fuerza para conectar y desconectar un cable se pueden generar daños accidentales en el prototipo o en los cables de conexión.
- Al momento de agregar juegos al emulador se recomienda revisar las listas de los juegos (*playlists*) para determinar si los juegos agregados aparecen en el menú de las consolas; de no ser así, se deberá agregarlos manualmente como se ha explicado en la corrección de errores.
- Se recomienda revisar el manual de uso y mantenimiento del prototipo que se encuentran en el anexo B y C para evitar accidentes, daños y fallos en el *hardware* y *software* del prototipo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] d. T. research, «digital TV research,» 14 Junio 2015. [En línea]. Available: https://www.digitaltvresearch.com/ugc/Global%20OTT%20TV%20and%20Video%20Forecasts%202015%20TOC_toc_122.pdf. [Último acceso: 19 Febrero 2020].
- [2] I. N. d. E. y. Censos, «INEC,» s.f s.f 2016. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf. [Último acceso: 15 Febrero 2020].
- [3] J. E. B. Guerrero, *Trabajo de Titulación Examen Complexivo para la obtención del grado de Magister en Gerencia de Marketing*, Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019.
- [4] J. A. Pascual, «Computer Hoy,» 04 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://computerhoy.com/noticias/imagen-sonido/asi-funciona-televisor-tele-tubo-1934-oled-2018-74735>. [Último acceso: 03 Marzo 2020].
- [5] S. Spain, «Samsung Spain,» 19 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.samsung.com/es/a-fondo/imagen-y-sonido/la-evolucion-del-televisor-en-el-tiempo/>. [Último acceso: 05 Marzo 2020].
- [6] TVentas, «TVentas,» S.F S.F S.F. [En línea]. Available: <https://www.tventas.com/88-televisores>.
- [7] MARCIMEX, «MARCIMEX,» S.F S.F 2019. [En línea]. Available: <https://www.marcimex.com/audio-y-video/tv-y-video/televisores?sc=2>.
- [8] C. Económicos, «Créditos Económicos,» S.F S.F S.F. [En línea]. Available: <https://www.creditoseconomicos.com/audio-y-video/tv-y-video/televisores?sc=2>.
- [9] T. M. Store, «Tecno Mega Store,» S.F S.F S.F. [En línea]. Available: <https://tecnomegastore.ec/computacion/monitores.html>.
- [10] M. Libre, «Mercado Libre,» S.F S.F 2020. [En línea]. Available: <https://computacion.mercadolibre.com.ec/monitor-pc>.

- [11] A. Pascual, «El Confidencial,» 28 Agosto 2014. [En línea]. Available: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2013-11-22/dos-millones-de-razones-para-saber-que-es-exactamente-raspberry-pi_56003/. [Último acceso: 04 Febero 2020].
- [12] VicHaunter, «VicHaunter,» 1 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://www.vichunter.org/como-se-hace/multiboot-kodi-recallos-raspbian-noobs>. [Último acceso: 04 Febrero 2020].
- [13] I. B. Loarte, «Administración de servidores Linux,» Quito, 2019.
- [14] E. M.-A. Galván, «BYTELIX,» 03 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://bytelix.com/guias/como-crear-un-multiboot-en-raspberry-pi/>. [Último acceso: 09 Febrero 2020].
- [15] A. I. Scanner, «Advanced IP Scanner,» SF SF 2020. [En línea]. Available: <https://www.advanced-ip-scanner.com/es/>. [Último acceso: 05 Marzo 2020].
- [16] LEANDROGG68, «elcajonelectronico,» 13 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://elcajonelectronico.com/tag/cvbs/>. [Último acceso: 21 Marzo 2020].
- [17] F. J. Suárez, *Tecnologías de Streaming*, Oviedo: Universidad de Oviedo, 2010/2011.
- [18] R. Velasco, «SZ softzone,» 06 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.softzone.es/programas/juegos/retroarch/>. [Último acceso: 23 Julio 2020].
- [19] J. López, «HZ hard zone,» 17 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://hardzone.es/reportajes/que-es/mini-pc-caracteristicas-tipos-usos/>. [Último acceso: 15 Abril 2020].
- [20] Y. FM, «Xataka Basics,» 28 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/memoria-ram-que-sirve-como-mirar-cuanta-tiene-tu-ordenador-movil>. [Último acceso: 17 Marzo 2020].
- [21] M. Á. Navas, «Profesional review,» 26 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.profesionalreview.com/2017/11/26/procesadores-x86-vs-arm-diferencias-ventajas-principales/>. [Último acceso: 14 Marzo 2020].

- [22] J. Gomar, «tuexperto,» 24 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.tuexperto.com/2019/08/24/procesadores-x86-y-arm-en-que-se-diferencian/>. [Último acceso: 07 Enero 2020].
- [23] M. Soto, «Tecnobitt,» 27 Abril 2015. [En línea]. Available: <https://tecnobitt.com/que-significa-dual-core-y-quad-core-para-que-te-sirva-saberlo/>. [Último acceso: 20 Enero 2020].
- [24] Y. FM, «Xataka Basics,» 25 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/tipos-tarjetas-sd-que-significan-sus-clases-tipos-numeraciones>. [Último acceso: 18 Marzo 2020].
- [25] E. R. d. Luis, «Xataka,» 15 Julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/makers/cero-maker-todo-necesario-para-empezar-raspberry-pi>. [Último acceso: 18 Marzo 2020].
- [26] J. D. d. Usera, «HZ hard zone,» 23 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://hardzone.es/reportajes/que-es/disipador-calor-pc/>. [Último acceso: 18 Marzo 2020].
- [27] A. Caraballo, «mm Mi móvil,» 27 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://mmmimovil.es/mini-keyboard/>. [Último acceso: 18 Marzo 2020].
- [28] DHgate, «DHgate,» s.f s.f s.f. [En línea]. Available: <https://es.dhgate.com/product/3-colors-transparent-led-wired-usb-gamepad/513740106.html>. [Último acceso: 19 Marzo 2020].
- [29] G. Morrison, «C|net,» 2 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.cnet.com/es/noticias/que-cable-hdmi-debo-comprar/>. [Último acceso: 19 Marzo 2020].
- [30] techno-gate, «techno-gate,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <http://www.techno-gate.com/Data/%D8%A3%D9%86%D8%B8%D9%85%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%AC%D8%AF%D8%AF%D8%A9HDMI2AV.pdf>. [Último acceso: 25 Marzo 2020].
- [31] IberiaPC, «IberiaPC,» 21 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.iberiapc.com/es/blog/cable-conector-rca/7>. [Último acceso: 12 Abril 2020].

- [32] L. Diéguez, «Kolwidi,» 27 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://kolwidi.com/blogs/blog-kolwidi/instalador-sistema-operativo-raspberry-pi-noobs-vs-berryboot>. [Último acceso: 18 Abril 2020].
- [33] pccomponentes, «Mundo pccomponentes,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://mundo.pccomponentes.com/xbmc/>. [Último acceso: 10 Febrero 2020].
- [34] J.Pomeyrol, «muyLinux,» 04 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.muylinux.com/2019/02/04/libreelec-9-0-kodi-18/>. [Último acceso: 11 Febrero 2020].
- [35] R. Velasco, «RZ redes zone,» 10 Abril 2017 . [En línea]. Available: <https://www.redeszone.net/2017/04/10openelec-8-0-disponible-pc-raspberry-pi/>. [Último acceso: 11 Febrero 2020].
- [36] P. E. SUM, «PROGRAMO ERGO SUM,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://www.programoergosum.com/cursos-online/raspberry-pi/239-consola-arcade-basada-en-raspberry-pi-con-retropie/que-es-retropie>. [Último acceso: 11 Febrero 2020].
- [37] F. G. ELECTRONICS, «FAMILY GAMES ELECTRONICS,» 28 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.familygames.cl/2018/05/28/articulo-blog-1-2/>. [Último acceso: 11 Febrero 2020].
- [38] Y. FM, «GENBETA,» 06 Febrero 2015. [En línea]. Available: <https://www.genbeta.com/linux/lakka-convierte-nuestro-pc-o-raspberry-pi-en-videoconsola-emulador-gracias-a-linux>. [Último acceso: 11 Febrero 2020].
- [39] DAHUA, «TVC,» 17 Mayo 2017. [En línea]. Available: <http://foro.tvc.mx/kb/a2066/diferentes-tipos-de-resolucion-y-su-definicion.aspx>.
- [40] C. G. Villamil, «SMART TV,» 9 Agosto 2016. [En línea]. Available: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/08/09/smarttv/1470751789_681604.html. [Último acceso: 22 Marzo 2020].
- [41] R. Velasco, «SZsoftzone,» 17 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.softzone.es/programas/juegos/mame-descargar-configurar-emulador-arcade/>. [Último acceso: 29 Marzo 2020].

- [42] J. Molina, «HEADSE3,» 15 ENERO 2018. [En línea]. Available: <http://www.headsem.com/top-10-de-consolas-retro-de-videojuegos/>. [Último acceso: 27 Marzo 2020].
- [43] areatecnología, «Tecnología,» 11 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.areatecnologia.com/informatica/puertos-de-comunicacion.html>. [Último acceso: 12 Abril 2020].
- [44] I. Ros, «MCmuycomputer,» 19 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.muycomputer.com/2018/05/19/conexiones-inalambricas-internet-tipos/>. [Último acceso: 15 Abril 2020].
- [45] ARDUINO, «ARDUINO,» s.f. s.f. 2020. [En línea]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-yun-rev-2>. [Último acceso: 17 Febrero 2020].
- [46] ASUS, «ASUS,» s.f. s.f. 2020. [En línea]. Available: <https://www.asus.com/es/Single-Board-Computer/Tinker-Board-S/>. [Último acceso: 12 Febrero 2020].
- [47] B. P. O. S. Project, «Banana-pi,» s.f. s.f. 2018. [En línea]. Available: <http://www.banana-pi.org/m3.html>. [Último acceso: 12 Febrero 2020].
- [48] C. LIMITED, «Cubietech,» s.f. s.f. 2020. [En línea]. Available: <http://www.cubietech.com/product-detail/cubieaio-a20/>. [Último acceso: 14 Febrero 2020].
- [49] HARDKERNEL, «HARDKERNEL,» 20 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.hardkernel.com/shop/odroid-xu4-special-price/>. [Último acceso: 15 Febrero 2020].
- [50] L. S. X. S. CO, «Orange pi,» 18 Enero 2020. [En línea]. Available: <http://www.orangepi.org/Orange%20Pi%204/>. [Último acceso: 17 Febreo 2020].
- [51] J. Pastor, «Xataka,» 25 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/ordenadores/raspberry-pi-3-model-b-analisis-mas-potencia-y-mejor-wifi-para-un-minipc-que-sigue-asombrando>. [Último acceso: 24 Marzo 2020].

- [52] D. R. E. Marmolejo, «HETPRO,» 19 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/raspberry-pi-3-b-plus/>. [Último acceso: 17 Marzo 2020].
- [53] Raspberry, «raspberrypi,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>. [Último acceso: 17 Marzo 2020].
- [54] C. TV, «LG,» 13 Febrero 2014. [En línea]. Available: <https://www.lg.com/cl/soporte/ayuda-producto/CT32004944-1392234478044>. [Último acceso: 14 Enero 2020].
- [55] Códigomáquina, «códigomáquina,» 18 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://codigomaquina.es/que-es-noobs/>. [Último acceso: 20 Mayo 2020].
- [56] R. Velasco, «SZ softzone,» 21 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.softzone.es/programas/linux/libreelec/>. [Último acceso: 26 Abril 2020].
- [57] R. Adeva, «AZ adslzone,» 12 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.adslzone.net/esenciales/kodi/que-es-kodi-caracteristicas-funciones/>. [Último acceso: 11 Marzo 2020].
- [58] J. A. Pascual, «ComputerHoy,» 24 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://computerhoy.com/noticias/life/que-es-kodi-como-funciona-que-es-addon-77757>. [Último acceso: 17 Marzo 2020].
- [59] NJUIFILE, «NJUIFILE,» 2 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://njuifile.site/web-video-caster-puede-transmitir-videos-desde-android-e-ios-a-su-chromecast-roku-apple-tv-y-muchos-mas-patrocinado/>. [Último acceso: 28 Abril 2020].
- [60] R. Velasco, «SZ softzone,» 19 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.softzone.es/programas/juegos/lakka-mejor-sistema-operativo-retro-consola/>. [Último acceso: 18 Marzo 2020].
- [61] elandriode, «ELANDROIDEFELIZ,» 17 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://elandroidefeliz.com/mejores-android-tv-box-del-momento/>. [Último acceso: 27 Abril 2020].

- [62] Y. FM, «Xataka Basics,» 23 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/api-que-sirve>. [Último acceso: 30 Mayo 2020].
- [63] Y. FM, «Xataka Basics,» 20 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/ntsc-pal-que-cuales-diferencias>. [Último acceso: 29 Abril 2020].
- [64] L. d. V. Hernández, «programafacil,» s.f. s.f. 2015. [En línea]. Available: <https://programafacil.com/podcast/40-raspberry-pi-como-centro-multimedia/>. [Último acceso: 08 Febrero 2020].
- [65] Sergio, «Raspberry para novatos,» 17 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://raspberryparanovatos.com/tutoriales/como-instalar-libreelec-en-raspberry-pi-usando-pinn/>. [Último acceso: 15 Mayo 2020].
- [66] kodiadictos, «KODIKADICTOS,» 17 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://kodiadictos.com/nueva-fuente-en-kodi/>. [Último acceso: 15 Mayo 2020].
- [67] A. TV, «YouTube,» 17 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=DV7uXG48Tlw>. [Último acceso: 01 Junio 2020].
- [68] H. me, «HIDE me,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://hide.me/es/vpnsetup/libreelec-kodi/openvpn/>. [Último acceso: 01 Junio 2020].
- [69] kodiadictos, «KODIKADICTOS,» s.f. s.f. 2020. [En línea]. Available: <https://kodiadictos.com/balandro/>. [Último acceso: 01 Junio 2020].
- [70] O. Borrego, «MUNDO KODI,» 29 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://mundokodi.com/addon-alfa-en-kodi-pelisalacarta/>. [Último acceso: 09 Agosto 2020].
- [71] kodiadictos, «KODIKADICTOS,» s.f. s.f. 2019. [En línea]. Available: <https://kodiadictos.com/fusion-org/>. [Último acceso: 08 Junio 2020].
- [72] O. Borrego, «MUNDI KODI,» 28 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://mundokodi.com/addon-youtube-en-kodi/>. [Último acceso: 05 Agosto 2020].

- [73] O. Borrego, «MUNDI KODI,» 27 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://mundokodi.com/?s=agora>. [Último acceso: 23 Mayo 2020].
- [74] O. Borrego, «MUNDO KODI,» 19 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://mundokodi.com/addon-tv-chopo-en-kodi/>. [Último acceso: 17 Mayo 2020].
- [75] O. Borrego, «MUNDI KODI,» 14 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://mundokodi.com/pvr-simple-client-en-kodi-17-krypton/>. [Último acceso: 17 Mayo 2020].
- [76] Alexaonline, «YouTube,» 15 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=FVTCuOFsmQw&list=WL&index=11&t=6s>. [Último acceso: 18 Mayo 2020].
- [77] Emmet, «PiMyLifeUp,» 13 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://pimylifeup.com/raspberry-pi-netflix/>. [Último acceso: 22 Mayo 2020].
- [78] A. A. Huertos, «HOBBYCONSOLAS,» 2 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.hobbyconsolas.com/reportajes/addons-kodi-indispensables-2018-257799>. [Último acceso: 25 Mayo 2020].
- [79] O. Tutoriales, «YouTube,» 24 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=6FMlk3XzjEI&t=47s>. [Último acceso: 28 Mayo 2020].
- [80] PITINSTUDIOS, «YouTube,» 29 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=o1n6CGU0SiM>. [Último acceso: 29 Mayo 2020].
- [81] OMNIRETRO, «ONMIRETRO,» 27 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://omniretro.com/emuladores/como-instalar-y-configurar-lakka-en-raspberry-pi/>. [Último acceso: 30 Mayo 2020].
- [82] M. Á. Navas, «PROFESIONAL review,» 3 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.profesionalreview.com/2018/03/03/como-solucionar-el-excesivo-calor-de-las-raspberry-pi-3/>. [Último acceso: 29 Mayo 2020].
- [83] D. TOHAZA, «myhubautodesk360,» 02 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://myhub.autodesk360.com/ue2c1aa3e/g/shares/SH56a43QTfd62c1cd9685>

010dd2049a3c14a?viewState=NolgbgDAdAjCA0IDeAdEAXAngBwKZoC40ARX
AZwEsBzAOzXjQEMyzd1C0ATAI25hgAcnXAFoALDABsAVnEQxAJhGNuAMw
DM49QE4A7NN0KeEVbrQBfEAF0gA. [Último acceso: 04 Septiembre 2020].

6. ANEXOS

6.1 Anexo A, manual de uso del prototipo

6.2 Anexo B, manual de mantenimiento del prototipo