

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS
ELECTRÓNICOS Y DE TELECOMUNICACIONES

**Sistema de cómputo de bajo costo
para la educación digital**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN INGENIERÍA EN SISTEMAS
ELECTRÓNICOS Y DE TELECOMUNICACIONES**

PRESENTA:

IVÁN HERNÁNDEZ BARRERA

DIRECTOR

M. EN I. VÍCTOR MANUEL MACÍAS MEDRANO

Ciudad de México, agosto de 2021.

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS ©

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

Índice general

Dedicatoria	VII
Introducción	XI
1. Estado del arte	1
1.1. Políticas	1
1.2. Panorama general	2
1.3. Panorama histórico	3
1.3.1. Educación Superior	3
1.3.2. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)	4
1.3.3. Panorama reciente de la educación a distancia (1990 -	
2015)	5
1.4. México: de donde partir	6
1.5. Modelo educativo	8
1.5.1. Metodología Educativa con las TIC	9
1.5.2. Interacción docente - alumno	9
1.5.3. Herramientas tecnológicas	11
1.6. Planeación Académica	12
1.6.1. Condiciones de un estudiante de la UACM con la nueva	
normalidad educativa.	13
1.6.2. Nivel educativo al cual va dirigido.	16
1.7. La evolución en las telecomunicaciones	16
1.7.1. La generación 3G	16
1.7.2. Generación 4G	18
1.7.3. Generación 5G Actual	19
1.8. Protocolos de red	21
1.8.1. El modelo de conexión con los servicios - modelo Clien-	
te - Servidor	21

1.9.	Los protocolos de red	22
1.9.1.	El modelo TCP/IP	22
1.9.2.	El protocolo WebSOCKET	23
1.9.3.	El protocolo WebRTC	25
1.10.	Los anchos de banda utilizados en las videoconferencias	26
1.11.	La miniaturización de equipos de computo	27
1.11.1.	La optimización de hardware y software (OS)	28
1.11.2.	La convergencia tecnológica	31
1.11.3.	Sistema distribuído organizado como Middleware	32
2.	El Dispositivo	35
2.1.	Planteamiento del problema y plan de trabajo	35
2.1.1.	Planteamiento del problema	35
2.2.	Plan de trabajo	36
2.2.1.	Estrategia	37
2.3.	El SBC	38
2.3.1.	Comparativas de SBC en el mercado	39
2.3.2.	La selección de SBC	40
2.4.	SBC	41
2.4.1.	El suministro de energía	42
2.4.2.	El Procesador	44
2.4.3.	La memoria RAM	44
2.4.4.	La red	44
2.4.5.	El bus serial universal (USB)	45
2.4.6.	Los periféricos USB	46
2.4.7.	La interfaz multimedia de alta definición (HDMI)	46
2.4.8.	La tarjeta MicroSD	46
2.4.9.	El puerto GPIO	46
2.5.	Alimentación eléctrica al dispositivo SBC “Fuente eléctrica”	46
2.6.	Comunicación del SBC	47
2.6.1.	La comunicación externa	48
2.7.	El software del SBC	50
2.7.1.	Los tipos de licencia	51
2.8.	Prueba de arranque	52
2.9.	Armado y conexiones	52
2.10.	Configuración y actualización del sistema	53
2.11.	Pruebas del sistema	53
2.12.	Pruebas en plataforma educativa	53

3. Desarrollo	55
3.1. El diagrama de desarrollo del plan	55
3.2. Diagrama de conexión	56
3.3. La conexión eléctrica	56
3.4. Arranque	57
3.4.1. La configuración del sistema operativo en tarjeta mi- croSD	58
3.5. Armado y Conexiones	59
3.6. Las configuraciones y actualización del sistema	60
3.7. Sistema operativo	63
3.7.1. Herramienta de visualización de documentos y búsque- da de información	64
3.7.2. Herramienta de creación y edición de documentos . . .	65
3.7.3. Herramienta del entorno de trabajo y gestor de archivos	65
3.7.4. Otras herramientas informaticas	66
3.8. Las pruebas en plataforma educativa	67
3.8.1. El acceso a correo institucional	67
3.8.2. El acceso a Moodle y Classroom	68
3.8.3. La creación y edición de documentos en línea	69
3.8.4. Pruebas en la participación en videoconferencias	69
3.9. Cambio de Sbc	69
3.9.1. La configuración, pruebas y armado de equipo	71
3.9.2. La actualización y configuración del sistema a 64 bits .	71
3.10. Las pruebas de uso	72
3.10.1. La aparición de un problema después de un tiempo de uso	73
 4. Análisis de resultados	 75
4.1. Pruebas de conectividad eléctrica	75
4.2. Pruebas de instalación del sistema operativo	76
4.3. Armado y periféricos	77
4.4. Configuración y actualización del dispositivo	77
4.5. Sistema operativo	78
4.6. Tratamiento de información.	79
4.7. Uso de plataformas educativas	79
4.8. Procesamiento en línea	80
4.9. Analisis del uso de la red	80
4.10. Experiencia de uso con el usuario	81

4.11. Costos	83
Conclusiones	86
Bibliografía	89
Índice de figuras	92
Índice de cuadros	93

Dedicatoria

Dedicado a

*Mis padres Isaías Hernández
y a madre Alma Rosa Barrera R.*

*a mi linda familia mi esposa
Anayantzin Salazar R.*

*a mi hijo
Rubén Jun Hernández Salazar*

*a mis amigos Jorge Mosfit, Carlitos, Angélica,
Pablo y Pavo, Arturo, Norma, Evelyn, Eliel
y en particular a Fernando Robles Morales*

*un agradecimiento especial a mis profesores
Agustín González Villanueva
y Enrique Cruz Martínez*

*y a mi director de tesis
Víctor Manuel Macías Medrano*

*que siempre me apoyaron
les doy las gracias.*

*Un agradecimiento especial a los laboratorios
LACECI y LAMAT en el plantel San Lorenzo Tezonco.*

Introducción

En el Capítulo uno trata del estado del arte que interviene en la educación a distancia en México, se contempla un panorama histórico de la educación superior así como las tecnologías de la información (TIC); con una breve descripción de la evolución de las telecomunicaciones desde la red 3G a la 5G, así como de la miniaturización de los equipos de cómputo, la optimización de Hardware y Software y los sistemas paralelos.

El Capítulo dos presenta el planteamiento de un problema para el que se propone una alternativa con la finalidad de atender la educación a distancia, con la realización de un dispositivo que lleve componentes de un SBC, sus características y periféricos que lo componen, además de los modelos y protocolos de red basados en el modelo TCP/IP y tipos de licencias de software, la configuración del sistema, el armado y las conexiones así como las respectivas pruebas del sistema.

En el capítulo tres se expone el dispositivo con detalles en los diagramas incluidas las conexiones eléctricas, la configuración del sistema operativo en tarjetas microSD, los procedimientos de armado, conexiones y comunicación. Se contempla también en el dispositivo, los accesos al correo institucional, a moodle, a classroom, así como la creación y edición de documentos en línea y sobretodo, la participación en videoconferencias.

En el capítulo cuatro, se muestra el análisis de resultados en relación con el funcionamiento del dispositivo propuesto, el análisis de pruebas del sistema operativo y los resultados en la visualización y edición de documentos.

Objetivo general

La llegada a la nueva normatividad ha desencadenado un sinnúmero de cambios drásticos en la realización de las distintas labores cotidianas. En el

caso de la educación, se presenta una acelerada integración a la educación a distancia y con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la implementación de la metodología educativa con TIC (MET) se desarrolla lo que se conoce desde ya hace algunos años como educación en línea. En el caso de la educación superior, ya se ha implementa en varios centros educativos. En el caso de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México y sus estudiantes, esto representa un nuevo reto, por lo que el presente trabajo pretende la integración de una alternativa que sea capaz de hacer frente a todas las necesidades en lo referente a la utilización de un equipo de cómputo accesible y de bajo costo para satisfacer estas necesidades. La utilización de la placa de desarrollo con características similares a una PC de escritorio, representa una alternativa factible para que los alumnos de nuestra casa de estudios pueda llevar a cabo las diferentes actividades que se presentan en un entorno de educación digital como lo plantea la UACM.

Se plantea una alternativa económica en la selección de un equipo de cómputo asequible, teniendo en cuenta las múltiples soluciones que se encuentran en el mercado, como los son equipos de escritorio, equipos de cómputo portátil (laptop) y equipos celulares o tablet.

Objetivo específicos

- Desarrollar una alternativa de equipo de cómputo utilizando un SBC tipo Pi, con las características y recursos necesarios para su utilización en la educación a distancia.
- El equipo propuesto no buscar competir con los productos comerciales que se pueden encontrar en tiendas o almacenes como lo son equipos de cómputo de marca.
- Su desarrollo tiene que ser lo más económico posible, funcional y de fácil adquisición, a fin de facilitar el desarrollo de las necesidades que se mencionan.
- En la medida de lo posible utilizar software libre, código abierto, licenciamiento GNU o similar el cual no tenga que generar un gasto extra en el desarrollo.
- Si es posible, que el consumo de energía sea óptimo o que cuente con alguna característica de ahorro de energía.

- Se buscan las condiciones necesarias para el desarrollo de las actividades de la educación a digital.

Capítulo 1

Estado del arte

1.1. Educación a distancia en México TIC

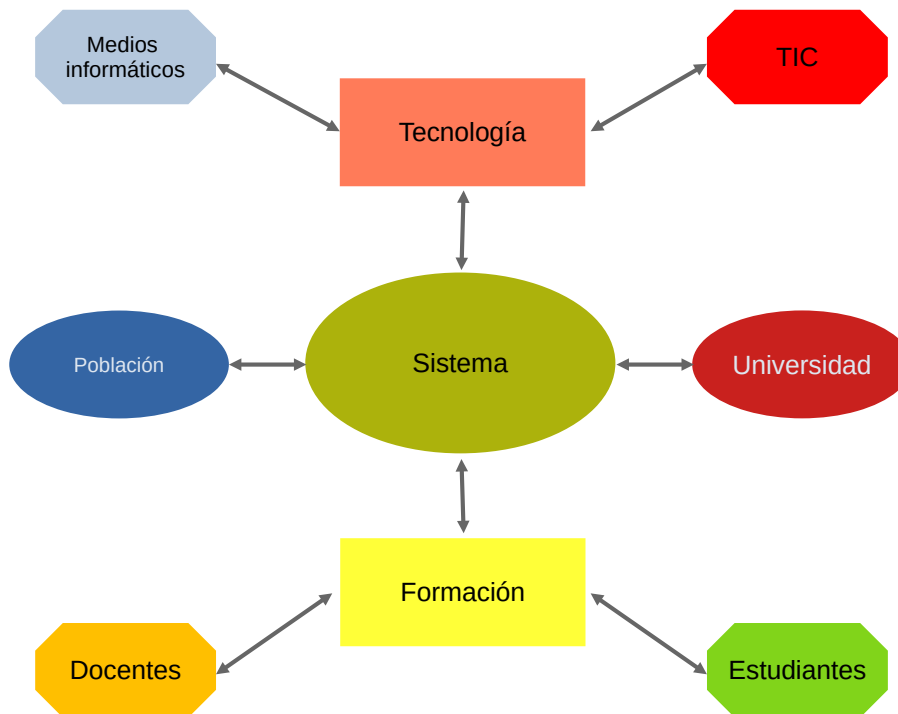


Figura 1.1: Diagrama de interacción.

A finales de 2019, se informó el primer caso de coronavirus en la ciudad de Wuhan China, unas cuantas semanas después, este virus se extiende a casi todos los países. En consecuencia, los gobiernos tomaron diversas medidas en respuesta a la pandemia, Aunque algunos países no adoptaron todas las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), estas medidas han cambiado el desarrollo normal de la vida como se conocía, mientras que otros han adoptado medidas restrictivas como el distanciamiento social, cierre o prohibición de actividades, y en algunos otros casos el cierre de fronteras.

A partir de esta problemática que se a presentado por la pandemia sanitaria debido al nuevo coronavirus SARS CoV 2 que generó el “COVID 19”, las diferentes actividades se han afectado y cambiado todas las formas de interacción que tradicionalmente se conocían. Por lo que toca a la educación superior, ésta se ha transformado en muy poco tiempo; la transición a la educación a distancia, actualmente mejor conocida como educación en línea, ha traído consecuencias para la gran mayoría de la comunidad universitaria. Los estudiantes cambiaron su rutina: de hacer acto de presencia en sus planteles para tomar clases en un horario definido, tareas, exámenes presenciales y con una metodología fundamentalmente tradicional, ahora se ven en la necesidad de acoplarse al frente de una pantalla y de adquirir equipos de cómputo y equipos móviles para hacer frente a la “nueva normalidad” en lo que refiere a la educación, especialmente en el caso de la UACM.

El reto ahora para los profesionales de la educación, es el diseño, definición, metodología, administración y demás quehaceres de los ahora nuevos programas educativos que se llevarán a la par de una posible reapertura de planteles, y posibles sistemas semi - presenciales en un futuro promisorio.

1.2. Panorama general

En este apartado [1] se presenta un breve panorama sobre la educación superior a distancia en México. Se concluye que en el siglo XX, México fue uno de los países más preocupados por ofrecer educación a distancia. En las políticas educativas nacionales - en concordancia con el mandato de los organismos internacionales - se considera preciso aprovechar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para reforzar los sistemas educativos, reconociendo a la enseñanza a distancia como un sector indispensable más

de los sistemas educativos tradicionales.

1.3. Panorama histórico

En México, la educación a distancia nació de la necesidad de alfabetizar a la población rural. En 1941, se estableció la Escuela de Radio Difusión Primaria para Adultos. De la misma manera, se ofrecen los llamados “cursos por correspondencia” a los estudiantes que viven en áreas rurales y remotas y no podían asistir a la escuela ya que no les era posible acceder debido a dificultades de transporte. Con fines educativos, el uso de medios de comunicación como la radio y la televisión, facilitaron el uso de medios audiovisuales en lugar del papel que se entregaba en los cursos por correspondencia. La invención de la computadora, especialmente con la creación de Internet, ha permitido el desarrollo de la educación a distancia a mayor escala mediante la provisión de plataformas virtuales para la educación en línea en comparación con los antiguos sistemas de transmisión.

Otro ejemplo de educación a distancia en México, es la telesecundaria. El 5 de septiembre de 1966, el proyecto Telesecundaria inició su fase experimental, con el uso de la tecnología de microondas y con la ayuda de la televisión en circuito cerrado, se iniciaron los cursos de esta fase. Este proyecto aceptó a 83 estudiantes mayores de 12 años. El contenido de estas asignaturas correspondía al plan académico vigente de la escuela secundaria, y su docencia estaba a cargo del presentador o telemaestro y un docente que fungía como monitor. La fase experimental del proyecto se analizó en 1968, por lo que, el 2 de enero del mismo año, el entonces Secretario de Educación Pública, Agustín Yáñez, firmó un convenio mediante el cual telesecundaria se registró en el sistema educativo nacional.

1.3.1. Educación Superior

En 1972, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) creó el “Sistema Universitario Abierto” de dicha universidad. Esto coincide con los inicios del sistema abierto mexicano en la década de 1970, y sucedió en un momento histórico en el que la política educativa se caracterizó por una preferencia por la expansión del sistema educativo. Se trató principalmente de solucionar los problemas provocados por el atraso educativo en este campo y de promover el aumento en la demanda de servicios. Esto también se

combinó con el auge de la tecnología educativa y la innovación en el campo de las tecnologías de la comunicación, que se atribuye al uso de medios audiovisuales, que pueden ampliar la cobertura de los servicios educativos.

Inicialmente, el Sistema Universitario Abierto de la UNAM, fue considerado como parte del proyecto de reforma universitaria iniciado por el entonces rector Pablo González Casanova a principios de la década de 1970; como una opción educativa flexible e innovadora, sus métodos de enseñanza y evaluaciones tenían estándares de calidad y habían sido aprobados por el Consejo Universitario. Aprobado el 2 de diciembre de 1972, ambos fueron revisados el 27 de marzo de 2009. A través de este sistema flexible se promueve el aprendizaje autónomo y se eliminan barreras como el horario, la ubicación, la edad y el trabajo, que impiden que quienes cumplen con los requisitos de admisión opten por una carrera universitaria.

En 1974, el Colegio Nacional Profesional y Técnico, inició su sistema de enseñanza abierta “SAE” en varias de sus escuelas: uno de los primeros cursos ofrecidos fue “Comercio Internacional” (1974). Aunque los niveles medio superior y superior todavía se estaban expandiendo, un ejemplo es la creación de Polivirtual (2007). Desde el establecimiento de la SAE en 1974 hasta 1995, se dio el primer paso para consolidar el modelo educativo adicional al sistema escolar tradicional.

1.3.2. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

Desde la década de 1990, la educación a distancia se ha desarrollado enormemente. Los cursos por correspondencia y la educación abierta se fueron utilizando cada vez menos, y las plataformas virtuales, han creado contenido y han utilizado herramientas como correo electrónico, blogs, foros y aulas son ahora más comunes. Con el llamado Learning Management System o LMS (Sistema de Gestión de Aprendizaje), los profesores guían el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, las TIC pueden verse como el resultado de la integración tecnológica entre telecomunicaciones, informática, microelectrónica y determinados conceptos de gestión de la información. Se consideran: el hardware, el software, los servicios y las telecomunicaciones como componentes [2].

1.3.3. Panorama reciente de la educación a distancia (1990 - 2015)

Desde la década de 1990, el fenómeno de la globalización y la sociedad de la información y el conocimiento han propuesto los siguientes métodos para mejorar los recursos humanos de las organizaciones educativas, empresariales y religiosas. El objetivo es asegurar su competitividad, eficiencia y eficacia ante otros países, para tener un lugar en la comunidad internacional. Si bien el fenómeno de la globalización se da principalmente a nivel económico, producto de la cultura de la nueva tierra, este fenómeno también se da a nivel cultural y social. Esto se debe a la destrucción de barreras geográficas y económicas provocadas por el uso de las TIC y la promoción de diferentes gobiernos y organismos internacionales como política socioeconómica.

En los primeros años del siglo XXI, la educación ha experimentado cambios sin precedentes. Nuevos modelos de e-learning y desarrollo tecnológico han permitido a la educación superior avanzar hacia la mayor transformación tecnológica de los últimos 500 años. La profundidad de estos cambios es tan grande que escuchamos muchas voces que realmente están remodelando los cimientos del sistema, y esta remodelación está catalizada por las enormes posibilidades que ofrece el desarrollo de las TIC. Hoy, entre otras cosas, esta nueva etapa ha desarrollado un curso online abierto de gran formato “MOOC”, que es una de sus manifestaciones más evidentes y de larga duración. Estos cursos están dirigidos en gran parte por Estados Unidos.

La oferta de educación a distancia en México por parte de las universidades públicas y privadas creció de manera rápida en los años noventa y de manera importante durante la primera década del siglo XXI. Tales fueron los casos de la implementación de la educación a distancia en casi todas las universidades públicas del país. Conviene señalar que en México existen 716 universidades públicas y privadas (9 universidades públicas federales; 34 universidades públicas estatales; 23 universidades públicas estatales con apoyo solidario; 132 institutos tecnológicos federales; 104 universidades tecnológicas; 50 universidades politécnicas; 12 universidades interculturales; 6 centros públicos de investigación; 261 escuelas normales públicas y otras 85 instituciones públicas) [3]. Hoy en día, la gran mayoría de estas ofrecen educación a distancia y algunas de ellas han creado en su interior universidades virtuales.

Con la implementación de la educación a distancia, por un lado, se busca ampliar la cobertura de la educación con el fin de lograr las metas marcadas

por los organismos internacionales; por otro lado, se busca ser más inclusivo y brindar capacitación en las TIC para el personal académico y administrativo. Docentes y estudiantes al menos, en cuanto a medios técnicos para estar “a la vanguardia de la educación” (aunque algunas universidades del país no cuentan con la infraestructura necesaria para la educación a distancia). El lema es adaptarse a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y entrar en la sociedad del conocimiento de forma práctica. Un ejemplo de ello, es el MOOC (Massive Online Open Courses) o Cursos online masivos y abiertos que se ha difundido al público hispanohablante.

La UNESCO insiste en que a través de la formación de docentes en las TIC y el uso continuo y efectivo de estos conocimientos en el proceso educativo, los estudiantes tendrán la oportunidad de adquirir una serie de competencias importantes. Los maestros asumen el papel más importante para ayudar a los estudiantes a dominar estas habilidades. También son responsables de diseñar oportunidades de aprendizaje y entornos propicios en las aulas para promover el uso de las TIC por parte de los estudiantes, así como el aprendizaje y la comunicación. En este sentido la UNESCO cree que es fundamental que todos los docentes estén preparados para brindar estas oportunidades a los estudiantes. Estos entornos de aprendizaje en Internet están diseñados para integrar nuevos modelos de enseñanza para transformarlos en un campo de conocimiento abierto. Los docentes deben jugar un papel protagónico en la propuesta de ideas, teorías y métodos colaborativos. Deben mejorar el proceso de enseñanza y los estudiantes deben gestionar sus propios conocimientos.[4]

1.4. México: de donde partir

A través de métodos históricos, hemos descubierto que México siempre ha sido uno de los países que utiliza los métodos de comunicación disponibles en cada época para potenciar la educación, y de esta manera llegar a las zonas más remotas del país, e incluir y lograr cierto tipo de educación para los residentes. Por ejemplo: Escuela Primaria de Radio para Adultos establecida en 1941; Instituto Federal de Formación de Maestros establecido en 1947; Centro Mundial de Educación Básica para Adultos y a Distancia, 1968; 1971, Centro de Investigación de Métodos y Procedimientos Educativos Avanzados; 1972, Universidad Nacional Autónoma de México con el sistema universitario abierto de la universidad; el modelo de escuela secundaria abierta se adoptó en 1973; el sistema educativo abierto de la Escuela Técnica y Vocacional

Nacional en 1974.

La UNESCO se ha fijado el objetivo de “Educación para todos” establecido en el Foro Mundial de Educación de Dakar, la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas y la Conferencia de Incheon, que propuso educación de alta calidad, justa e inclusiva y aprendizaje permanente para todos para 2030 y cambiar vidas a través de la educación. Esto significa comprometerse a mejorar el acceso a las oportunidades, la calidad y la igualdad en todas las formas de educación en todos los niveles. Esto significa que no solo es necesario garantizar que la llamada “brecha digital” no margine aún más a los segmentos más vulnerables de la población, sino también encontrar métodos de aprendizaje alternativos e innovadores. De esta manera, la educación a distancia se ha convertido en un sector reconocido e indispensable además del sistema educativo tradicional de los países desarrollados y de los países en vías de desarrollo. Este fenómeno se ha desarrollado como resultado del interés de las personas en utilizar este tipo de educación entre los tomadores de decisiones y los profesionales de la educación y la formación, y también porque las personas reconocen la transformación de los derechos fundamentales en acciones. Entre todos los que reciben educación, es necesario fortalecer la organización educativa tradicional a través de métodos innovadores. En el mismo documento, se argumentó que los gobiernos de todo el mundo están promoviendo cada vez más el uso de la educación a distancia como complemento de la estructura educativa tradicional, que debe ser capaz de satisfacer las nuevas y cambiantes necesidades educativas de principios del siglo XXI.

En este sentido, en los últimos años, el enfoque de política del gobierno nacional ha sido planificar y racionalizar el financiamiento de las universidades públicas, las estrategias y acciones de desarrollo de las universidades privadas y tomar la reorganización de la educación superior como factor de desarrollo económico. La inversión en las TIC y en la reorganización del sistema de educación superior, con el fin de adaptarse a las nuevas demandas del mercado mundial, se enumeran como prioridades nacionales [5]. Sin embargo, es necesario implementar tareas y acciones más poderosas para ampliar aún más la cobertura educativa nacional y asegurar el nivel educativo de todos.

Políticas educativas para el uso de las TIC en la enseñanza

“Los nuevos retos de las políticas educativas internacionales, como los propuestos por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), incluyen el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Algunos países, como México, han seguido esta tendencia. El reto de las instituciones públicas, en especial las de educación media superior o bachillerato, es encontrar la forma para su inclusión con recursos financieros limitados. De esta manera, se plantea una propuestas para el uso de TIC a través del modelo de clase invertida o flipped classroom, mediante la incorporación de recursos proporcionados por Intranet Office 365, exponiendo desde el planteamiento hasta la selección de herramientas como alternativa de inclusión de TIC para aquellas instituciones que cuentan con licenciamiento en esta plataforma ” [6].

1.5. Conversión a un modelo educativo con TICs

El método de uso del modelo educativo TIC (MET) es acceder a la transferencia de ciertos procesos de aprendizaje que no se dan en el aula, lo que repercute en el tiempo de permanencia en el aula para utilizar la experiencia del docente para promover y potenciar otros procesos de aprendizaje y prácticas de conocimiento. La combinación de la enseñanza directa con métodos constructivistas y la posibilidad de que los estudiantes inviertan en el contenido de la asignatura se apoya en todas las etapas del ciclo de aprendizaje: énfasis, exploración, aplicación y reflexión.

La optimización del proceso de aprendizaje a través de:

- Los profesores prestarán más atención a las dificultades que enfrentan los estudiantes antes de aprender un modelo educativo con mayor flexibilidad y posibilidades.
- Una oportunidad para compartir información y conocimiento con estudiantes, familias y comunidades mediante el uso de nuevas tecnologías que contribuyan a las capacidades digitales.
- Crear un entorno de aprendizaje colaborativo en el aula.

- Brindar a los estudiantes la posibilidad de volver a visitar el mejor contenido generado o brindado por sus profesores, lo que puede estimular el aprendizaje y generar espacio de retroalimentación en un tiempo más corto.

1.5.1. Metodología Educativa con las TIC

El modelo educativo con las TIC propone:

- Una forma de contactar y experimentar la educación para formar una comunidad educativa, los docentes y estudiantes pueden ampliar su interacción fuera del aula, con el propósito de descubrir habilidades, destrezas y estimular la creatividad e imaginación en la optimización del proceso de aprendizaje.
- La respuesta a las acciones de todas las instituciones que utilizan las TIC para obtener una educación de calidad reconocida ha provocado una mayor competencia en el ámbito laboral y académico, y esta competencia se debe enfrentar.
- Aportar flexibilidad en el proceso de enseñanza, reconoce la creatividad de profesores, alumnos y de autoridades educativas, puede acceder y adaptarse al entorno.

1.5.2. Interacción docente - alumno

El método de enseñanza con las TIC (MET) brinda apoyo a los docentes, que combina el uso de las TIC con las actividades en el aula; no siempre tienen que estar conectados a Internet. Para el entorno virtual, se define que no existe un intervalo de tiempo fijo para la comunicación síncrona y asíncrona entre cada evento, por lo que se convierte en un repositorio de información con la disponibilidad determinada en el calendario o plan docente.

De esta manera, los profesores pueden utilizar las TIC para disponer de tiempo libre en el aula para promover la participación de los estudiantes en el aprendizaje activo mediante el fomento de preguntas, la expresión y aplicación de ideas, debates y actividades de procedimiento, dejan que los maestros se concentren en las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Por ello, es necesario cambiar la dinámica del trabajo docente para afrontar nuevos retos, (Ver Cuadro1.1).

Enseñanza presencial	Enseñanza a distancia
Trabaja colegiadamente de forma aislada	Fortalece el trabajo colegiado.
Tiene una planeación didáctica poco diversa en actividades	Explora creativamente nuevas actividades.
Maneja una estructura poco flexible	Maneja una estructura flexible.
Asume el papel de facilitador	Asume el papel de facilitador.
Realiza poca retroalimentación	Personaliza la comunicación y la asesoría.
Enseña mayormente teoría	Enseña a través de la experiencia del alumno.

Cuadro 1.1: Retos en la labor docente a distancia

Además, este modelo para docentes también enfatiza las siguientes medidas:

- Promover el aprendizaje permanente del conocimiento, la creatividad y la innovación.
- Desarrollar estrategias de aprendizaje para la interacción de los estudiantes con “big data”.
- Consulta otros materiales didácticos a través de diversas bases de datos.
- Gestionar el correo electrónico como herramienta de comunicación.
- Animar a los estudiantes a buscar y absorber conocimientos de manera positiva.
- Monitorear el progreso de los espacios de aprendizaje y colaboración de los estudiantes para la comunicación, permite el intercambio de información y/o la entrega de tareas y combinaciones de evidencia.
- Brindar retroalimentación a los estudiantes para aclarar preguntas, enviar sugerencias y observaciones para mejorar.

En el caso del alumno sobresalen las acciones de:

- Consultar y explorar información reflejada como un ejercicio de aprendizaje permanente para incrementar el conocimiento y fomentar la creatividad y la innovación.

RTIC	Descripción
Power Point	Facilita la elaboración de presentaciones dinámicas que pueden incluir: texto, imagen, vídeo y voz
Office Mix	Aplicación adicional al power point que convierte la presentación plana en un video interactivo que puede ser segmentado por etapas del contenido para que el alumno maximice su comprensión y además se le permite opinar, participar y autoevaluarse.
OneNote	Especializado para crear espacios comunes de interacción entre docentes y alumnos, cuyas ventajas son la creación de cuadernos virtuales, con información como: calendarios, librería de contenidos, espacios colaborativos, entre otros.
Red Social Yammer	Es una red social de colaboración privada entre los integrantes de una institución, creando un espacio para una comunicación fluida y bidireccional, similar a Facebook.
OneDrive	Herramienta que permite definir usuarios que podrán realizar consultas por carpetas de archivos, obtener derechos de consulta y modificar.
Outlook	Aplicación de correo electrónico, que permite personalizar el contacto con el alumno y deberá ser el único medio oficial de contacto virtual de tipo: avisos, retroalimentaciones de tareas y/o asesorías.

Cuadro 1.2: Recursos TIC propuestos

- Aplicar el conocimiento aprendido de los oyentes pasivos a los estudiantes activos. Interactuar con sus maestros para aclarar preguntas, escuchar sugerencias y observaciones y participar en actividades colaborativas con otros estudiantes.
- Participar activamente en su proceso de aprendizaje para lograr las metas de su plan de vida.

1.5.3. Herramientas tecnológicas

Los recursos de tecnologías de la información y la comunicación (RTIC) propuestos como punto de partida para realizar la dinámica entre los dos

entornos (entorno virtual y entorno presencial) son en primer lugar, aquellos entornos incluidos en la herramienta Office 365 (Ver cuadro 1.2) porque son de fácil acceso, por lo tanto, la cantidad de licencias, que puede adquirir la institución utilizadas en hasta cinco dispositivos personales. En segundo lugar, porque los docentes y estudiantes pueden utilizar estos recursos a través de sus cuentas de correo institucional. En tercer lugar, es de fácil manejo y de fácil acceso, además genera un plan de entrenamiento en un corto período de tiempo.

EL Cuadro (1.3), da un panorama de las características para cada uno de los RTIC según la orientación del MET:

RTIC	Objetivo en el alumno	Actividades del profesor	Actividades del alumno
Desarrollador de contenidos: Power Point, Office Mix y OneNote	Fomentar el modelo y la estrategia de clase invertida	Facilita y ofrece valor agregado. Investiga y filtra. Clarifica los objetivos.	Comprende los objetivos particulares de la asignatura. Interactúa con la clase.
Grupo virtual: Red social Yammer y Onedrive	Que realice y experimente intercambio de información, acciones con objetivos comunes, solución de problemas y desarrollo	Estimula la participación. Orienta el proceso de integración. Retroalimenta a través del grupo. Evalúa	Contribuye para llevar a cabo las tareas en común. Toma decisiones en grupo. Evalúa resultados en grupo.

Cuadro 1.3: Orientación de RTIC propuestos

1.6. Planeación Académica

Para desarrollar un plan académico para este modelo, los docentes deben considerar las siguientes sugerencias:

Utilizar otras bibliografías básicas y enlaces de interés en sus libros de texto.

Dejar consultas y lecturas relacionadas con el tema en el aula con anticipación para que las actividades de discusión en el aula, puedan apoyar el desarrollo de habilidades.

Para integrar la tecnología de la información y la comunicación, es necesario desarrollar un plan estratégico para vincular contenidos para lograr un mayor aprendizaje. Lo importante es no tratar de cubrir todos los aspectos en el aula. Para ello, se sugieren tres cosas básicas:

- Usar estos recursos para hacer una experiencia más fácil de acuerdo con el entorno del campus (conectividad a Internet y equipo). .
- Planificar la experiencia correctamente, sin necesidad de eventos improvisados o aleatorios.
- Mantener la calma ante los problemas, si surge una dificultad técnica.

Los profesores deben ser los primeros en utilizar la tecnología y deben dominarla por completo antes de que puedan incorporarse al proceso de enseñanza [7].

1.6.1. Condiciones de un estudiante de la UACM con la nueva normalidad educativa.

En virtud de la experiencia compartida con varios estudiantes de la UACM, podemos hablar de las condiciones que tiene un estudiante de dicha universidad en cómo se lleva el largo proceso de su educación en estos momentos de la actual crisis. Se puede hablar desde la propia experiencia, teniendo en cuenta que esto puede ser bastante complejo y no es meramente el materia de estudio en esta tesis, pero de lo que sí se puede constatar es en la toma de algunos datos como lo son la cantidad de cursos y horas que tiene que cubrir un estudiante en su estudio dentro de clases presenciales y fuera de ellas, en nuestro caso desde la normalidad pasada donde la asistencia a un aula era algo cotidiano.

Para un estudiante de cualquier carrera de ingeniería en la UACM, se tiene que cubrir con un total de 50 materias en regla más el idioma que puede ser inglés o francés, estos son los idiomas oficiales que se tiene que

cubrir en el apartado de lengua extranjera, dejando de lado el servicio social con un promedio de 5 cursos por semestre repartidos en 5 días a la semana, con clase de una materia de 3 a 5 sesiones de 1.5 horas por clase.

Esto es lo que ha vivido un estudiante en la vieja normalidad, con un promedio de 6 a 8 horas por día, con un total de 35 horas semanales promedio, esto claro durante los primeros 4 semestres de la carrera. Empezando el 5o semestre se entra en lo que se conoce como ciclo superior de la carrera y no sólo es tomar las 5 materias por semestre sino que 4 de ellas tienen laboratorios de prácticas y se tienen que cumplir con ellos por que es casi el 60 % de la calificación junto con el proyecto final de curso. a todo ello hay que sumarle una estadía de un estudiante en el plantel aproximadamente 4 horas extra al día a lo que se llevaba anteriormente. En estas condiciones un estudiante de las carreras en ingeniería solía estar 12 horas en clases y laboratorios.

Todo esto era la vieja normalidad, como la conocían los estudiantes en los cursos a finales de 2019 y que fue cuando se impartieron los cursos en esta modalidad presencial.

Ahora en lo que se conoce como la nueva normalidad y los planteles han permanecidos cerrados, no se están dando clase en las aulas por que todo esto cambió y se está implementando lo que se conoce como tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y metodologías educativas con TIC (MET) en la educación a distancia, donde básicamente se dejan las aulas por otras de manera virtual, donde los estudiantes tienen una serie de precauciones por la pandemia, como lo son quedarse en casa y buscar hacer una vida en reclusión voluntaria.

Con todos estos cambios se aplica el uso enfatizado de las herramientas que tiene en línea la UACM y sobre todo el sistema de gestión empresarial y ahora educativa de Google, que no es más que un conjunto de herramientas online que permiten proporcionar una plataforma en donde se subirán los contenidos predigeridos de los cursos que se llevaban hace menos de 1 año en las aulas.

Para las personas que trabajan en la educación en línea, que siempre están rodeados de equipos de cómputo, servidores y conexiones remotas, este tipo de actividades no presenta gran dificultad, ya que es parte del trabajo día con día. Ahora bien, en el caso de algunos de los alumnos que todavía están cursando algunas clases en la universidad por diferentes circunstancias dentro

de sus propios contextos, esto representa un cambio fuerte y eso que entienden bien cómo era el modelo educativo de la UACM con la vieja normalidad.

En estos momentos los requisitos que necesita un estudiante de la UACM para continuar con su educación, es saber si tiene Internet en casa, cambiar el dinero que usaban para los pasajes de su casa al plantel y de regreso más algo para una insuficiente comida que podía encontrar en el comedor del plantel o a sus afueras para pasar el día, en la adquisición de un equipo de cómputo y otros servicios necesarios para poder atender sus necesidades y hacer frente a estas nuevas condiciones y necesidades de la nueva normalidad aplicando a la educación en la UACM.

Aquí no se menciona la cantidad de horas y trabajo que tiene que enfrentar un estudiante en esta nueva normalidad educativa, para muchos es algo completamente nuevo y no se tiene una idea muy clara de cómo se tendrá que responder ante estas nuevas condiciones de estudio.

Lo relatado aquí, es desde una posición de conocimiento en lo que respecta a la educación en línea, ya que quien presenta este trabajo, actualmente laboro en la “Universidad Abierta y a Distancia de México”, que es una Universidad pública 100 % en línea y se encuentro en el equipo de infraestructura y tecnologías de la información y la comunicación.

Con todo esto, sé tiene conocimientos de cuales son las necesidades que puede tener un estudiantes con su aprendizaje en línea, ya que es algo que se atiende todos los días. La Universidad Abierta y a Distancia de México ofrece servicios de educación 24 horas al día 7 días a la semana y sin días festivos al menos en algunas áreas, por esta razón se puede afirmar que se tiene entendimiento de cual es el reto de la aplicación de un enfoque de educación clásica como se estaba llevando en la UACM y que se tiene que atender en esta nueva norma educativa para nuestra casa de estudios.

Asimismm, cabe mencionar que destacar que no solo debe existir la disponibilidad del servicio para nuestros usuarios, tambien debe haber calidad de los contenidos que se ofrecen, ya que estos en su conjunto es lo que verdaderamente guían al estudiante a concluir con éxito sus estudios y sobretodo a aprender.

En el caso de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, esto será un nuevo reto ya que este tipo de propuestas se tienen que asentar ahora que esta será la nueva normalidad y se tiene que estar preparado para enfrentar

estos y otros nuevos retos.

1.6.2. Nivel educativo al cual va dirigido.

Desde el inicio de la redacción de esta tesis, se ha mencionado que esta alternativa está dirigida a estudiantes de educación superior como lo son los estudiantes de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Claro, con todas las posibles variaciones que esto implica, no obstante, esto no es algo cerrado o que sólo pueda ser utilizado por estudiante de nivel superior.

El uso de tecnologías de cómputo para el desarrollo como las que se mencionarán y con la que se trabajarán, están dirigidas a los entusiastas en muchos ámbitos del desarrollo principalmente del cómputo, siendo una estupenda alternativa para los jóvenes desde nivel secundaria que se pueden interesar en la construcción de dispositivos electrónicos simples con botones y luces que encienden y apagan dependiendo su configuración hasta grandes proyectos como son los aplicados en la industria.

Concretamente esta alternativa puede ser utilizada desde un nivel básico - medio como lo puede ser estudiantes de secundaria, pero se recomendaría la asistencia de una persona con mayor conocimiento que entendiera cómo se conforma el sistema que integra la solución, ya que si se presenta algún problema, los más jóvenes podrían perder el interés rápidamente.

1.7. La evolución en las telecomunicaciones

1.7.1. La generación 3G

La red de datos está compuesta por dispositivos interconectados, generalmente mediante conexiones cableadas y transmisiones inalámbricas, para recibir y enviar información, como lo son voz, datos y video, y proporcionar servicios.

Como se conoce, el consumo de datos actual ha aumentado y la calidad de servicio requerida QoS (Quality of Service) ha mejorado; por lo tanto, se han realizado investigaciones para reducir la sobrecarga en la red de comunicaciones. El análisis consiste en evaluar algunas herramientas para observar el comportamiento del ancho de banda de extremo a extremo, como se verá más adelante en redes informáticas heterogéneas.

Hay que tener en cuenta que existe una gran diferencia entre redes cableadas e inalámbricas, por lo que hay que considerar otras variables como el ruido (mecánico, eléctrico, magnético y electrónico) y las interferencias, que pueden provocar retrasos o pérdidas de paquetes de datos.

Es importante describir y mencionar la importancia de monitorear en redes alámbricas, e investigar y estimar el ancho de banda disponible, especialmente en la gestión de redes, lo que hace que las métricas, los modelos matemáticos y los algoritmos implementados sean claramente visibles. Esta colección se denomina técnicas y herramientas de estimación de ancho de banda disponible “ABBET”. Abbet, se puede administrar en redes superpuestas, se puede realizar una optimización de transmisión de un extremo a otro y los paquetes de datos se pueden distribuir en una red de punto a punto.

En cuanto al estudio de las redes inalámbricas, el estándar IEEE 802.16e (WIMAX) es prometedor, pero aún no se ha utilizado. WIFI es también la tecnología inalámbrica más utilizada en la actualidad, que se denomina estándar IEEE 802.11. Esto hace que la red WLAN esté muy desarrollada. Desde 1999, se han implementado diferentes estándares en esta tecnología utilizando el estándar IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax. Actualmente, la velocidad de funcionamiento de la mayoría de los equipos supera los 54 Mb/s. Debido a que este tipo de red se puede utilizar en lugares públicos o privados, ha cambiado la forma en que las personas se conectan al mundo de manera fácil y rápida. La mayor desventaja de estas redes está relacionada con la seguridad, ya que puede ocurrir un robo de información, por lo que es muy importante conectarse sólo a una red confiable.

En la actualidad se sigue usando el sistema 3G, ya que este sistema proporciona velocidades altas de datos y promueve el crecimiento en una mayor capacidad de voz y datos, admite varias aplicaciones y logra una alta transmisión de datos a bajo costo. Dichos datos, son a través de un método llamado Packet Switching. Las llamadas de voz se traducen mediante conmutación de circuitos, esta tecnología tuvo su inicio en el año 2000, con los siguientes estándares:

- UMTS (WCDMA) basado en GSM (Global Systems for Mobile) infraestructura del sistema 2G, estandarizado por el 3GPP.
- CDMA 2000 basado en la tecnología CDMA (IS-95) estándar 2G, es-

tandarizada por 3GPP2.

- Velocidad: 384 Kbps a 2 Mbps
- Frecuencias, aproximadamente 8 canales de 2.5Ghz
- Ancho de banda: de 5 a 20 MHz.
- Tecnologías de multiplexación y acceso.
- Interfaz de radio llamada WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access).
- HSPA es una actualización de W-CDMA que ofrece velocidades de 14.4 Mbit/s de bajada y 5.76 Mbit/s de subida.
- HSPA + puede proporcionar velocidades de datos pico teóricas de hasta 168 Mbit/s de bajada y 22 Mbit/s de subida.
- CDMA2000 1X: Puede soportar tanto servicios de voz como de datos. La máxima velocidad de datos puede llegar a 153 kbps.

Estas características permitieron ofrecer los siguientes servicios: llamadas de voz móviles, acceso a Internet de hasta 2 Mbps, acceso a Internet inalámbrico fijo, videollamadas, chats y reuniones, TV móvil, video bajo demanda, telemedicina, navegación por Internet, correo electrónico, localización de personas, faxes y mapas de navegación, juegos, música móvil, fotos y películas multimedia, acceso a servicios localizados para actualizaciones de tráfico y meteorológicas, servicios de oficina móvil como banca virtual.

1.7.2. Generación 4G

El sistema móvil de cuarta generación que más se usa a la fecha en México, se basa completamente en Internet Protocol (IP) que está clasificado como una capa de red del modelo OSI. El objetivo principal de la tecnología 4G es proporcionar servicios de alta velocidad, alta calidad, alta capacidad, seguridad y de bajo costo para servicios de voz y datos, multimedia e Internet. Para utilizar la red de comunicación móvil 4G, el terminal de usuario debe poder seleccionar el sistema inalámbrico de destino. Para proporcionar servicios inalámbricos en cualquier momento y en cualquier lugar, la movilidad del terminal es un factor clave en 4G, como lo indican las siguientes normas:

- En 2008, la UIT-R especifica los requisitos para los sistemas 4G.
- Estándares - Long-Term Evolution Time-Division Duplex (LTE-TDD y LTE-FDD) estándar WiMAX móvil (802.16m estandarizado por el IEEE).
- Velocidad - 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps cuando se permanece inmóvil.
- Telefonía IP.
- Nuevas frecuencias, ancho de banda de canal de frecuencia más amplia.
- Tecnologías de multiplexación / acceso - OFDM, MC-CDMA, CDMA y LAS-RedLMDS.
- Ancho de Banda - 5-20 MHz, opcionalmente hasta 40 MHz.

Las bandas de frecuencia: - LTE cubre una gama de diferentes bandas. En América del Norte se utilizan 700, 750, 800, 850, 1900, 1700/2100 (AWS), 2300 (WCS) 2500 y 2600 MHz (bandas 2, 4, 5, 7, 12, 13, 17, 25, 26, 30, 41); 2500 MHz en América del Sur; 700, 800, 900, 1800, 2600 MHz en Europa (bandas 3, 7, 20); 800, 1800 y 2600 MHz en Asia (bandas 1, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 40) 1800 MHz y 2300 MHz en Australia y Nueva Zelanda (bandas 3, 40).

Los servicios: acceso a redes móviles, telefonía IP, servicios de juegos, TV móvil de alta definición, videoconferencia, TV 3D, computación en la nube, gestión de múltiples transmisiones y movimiento rápido de teléfonos móviles, transmisión de vídeo digital (DVB), acceso a información dinámica de equipos portátiles. [8]

1.7.3. Generacion 5G Actual

A pesar de que en México la 5G no es de acceso público, es una red de comunicaciones móviles de quinta generación basada en la red 4G LTE. Le permite realizar varios servicios de manera más rápida y eficiente, con una velocidad de transmisión de aproximadamente 50 veces más alta que 4G LTE. También tiene una excelente estabilidad de conexión e interacción.

El estándar IEEE 5G

Se categoriza en la norma IEEE 802.11ac Wave 2, mejorando el rendimiento a un máximo de 3.47 Gbps incorporando un nuevo nivel tecnológico (MIMO) Multi-input Multi-output por sus siglas en inglés, a diferencia de Multi-Usuario Múltiple Entrada Múltiple Salida (MU-MIMO) ideal para el internet de las cosas (IOT), así como para servicios en tiempo real como videoconferencias y juegos online ya que se transmitirán más rápidamente.

Dentro de las posibilidades que ofrece la tecnología 5G se encuentran las siguientes características:

- Aumento en el rendimiento de transferencia.
- Velocidad de transferencia de datos en descarga de 10 Gbps.
- Baja latencia de 1 a 5 milisegundos en la transmisión.
- Tecnología ideal y compatible con IoT conectando todo tipo de sensores y dispositivos inteligentes.
- Menor consumo de energía hasta un 90 %.
- Innovación y automatización de la industria.
- Más dispositivos conectados al mismo tiempo.
- Garantizará el 100 % de cobertura.
- Contará con un ancho de banda de 1000 por unidad de área.
- Vida útil de 10 años para dispositivos IoT.
- Viaja en ondas de muy alta frecuencia.

La seguridad en 5G

La 5G contará en su bloque de seguridad con un módulo de Seguridad de Hardware (MSH), este es un dispositivo de cifrado basado en hardware que puede generar, procesar, almacenar y proteger de forma segura la clave de cifrado en un dispositivo reforzado y a prueba de manipulaciones.

Las tecnologías emergentes con la 5G

A partir de la llegada de la red 5G, han surgido avances tecnológicos [9] que facilitan aún más las conexiones inalámbricas tales como.

- Uso de ondas milimétricas para la conectividad celular comercial.
- Celdas más pequeñas.
- Uso masivo de múltiples entradas - múltiples salidas (Massive MIMO).
- Sistema de señalización de tráfico (Beamforming).
- Conexión Full Duplex

1.8. Protocolos de red

1.8.1. El modelo de conexión con los servicios - modelo Cliente - Servidor

En el modelo cliente servidor [tesis angelica] se realizan diversas tareas donde los procesos del cliente van a interactuar con los procesos del servidor, todo esto para acceder a los recursos compartidos que administra.

El *cliente*, es el que solicita un servicio específico en un sistema de tipo servidor, los clientes centralizan diferentes aplicaciones y recursos en el servidor [10].

El *servidor*, es una máquina la cual va a comunicar con otra máquina llamada *cliente* donde ésta le va proporcionar el servicio apropiado al cliente (ver Figura 1.2).

Arquitectura en tres capas:

- Persistencia - Esta capa se encarga de guardar los datos, será donde se gestione todo lo relativo a la base de datos y a la creación, edición y borrado de datos de ésta.
- Negocio - En esta capa se gestiona la lógica de la aplicación, es donde se dice que se hace con los datos. por ejemplo para una aplicación de gestión de una biblioteca será donde se gestione cuántos préstamos puede tener un usuario, qué ocurre si un usuario se retrasa al devolver un libro. Se estará conectada con la capa de persistencia para poder realizar sus funciones.

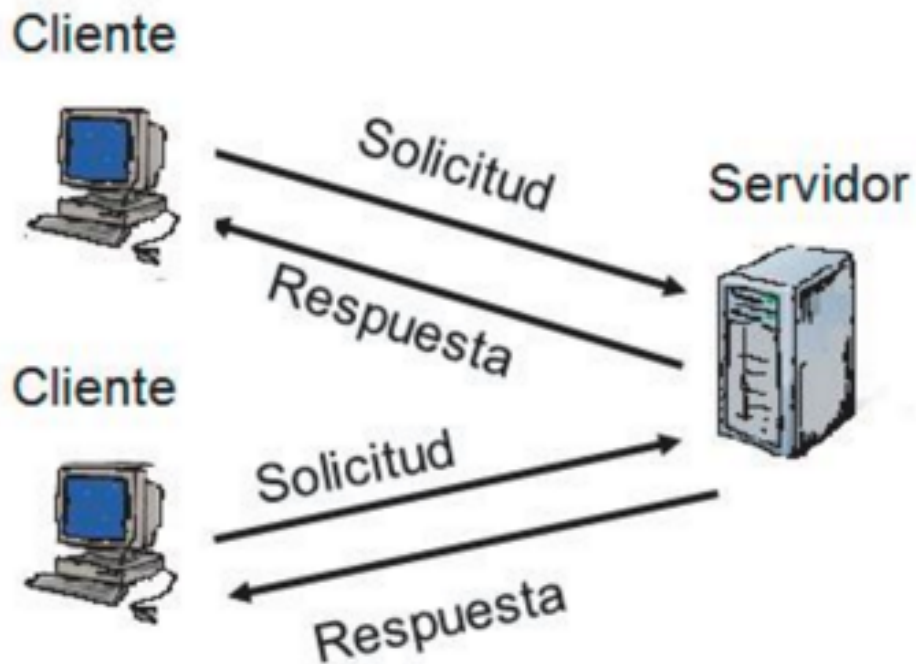


Figura 1.2: Modelo Cliente - Servidor

- Presentación - En esta capa se crea la interfaz del usuario y su única función es pasarle las acciones que realice el usuario a la capa de negocio.

1.9. Los protocolos de red

1.9.1. El modelo TCP/IP

El protocolo “**Transmission Control Protocol - Internet Protocol**” (TCP/IP) está organizado jerárquicamente. A diferencia de modelo “Open System Interconnection” (OSI), el modelo TCP/IP contiene sólo cuatro capas y cada capa contiene un conjunto de funciones específicas. La capa de acceso del servicio de conexión cubre las capas física y de enlace de datos, debe tenerse en cuenta que en esta capa, el modelo establece total independencia de cualquier tecnología de red. En otras palabras, TCP/IP no especifica ninguna tecnología de redes restringida. Esta particularidad ha permitido

que la tecnología se desarrolle desde el protocolo X.25 hasta ATM, pero TCP/IP no ha perdido su efectividad hasta el día de hoy (ver Figura 1.3).

MODELOS	
TCP/IP	OSI
Aplicación	Aplicación
	Presentacion
	Sesion
Transporte	Transporte
Internet	Red
Acceso a la red	Enlace de datos
	Fisica

Figura 1.3: Modelo de capas TCP/IP Vs modelo OSI

La capa de Internet define lo que se denomina capa de red en OSI. Esto puede garantizar el enrutamiento de los paquetes de datos y generar su formato, y luego convertirse en un formato de trama específico para la tecnología de red utilizada.

La capa de transporte está ligada a la integridad de la información enviada, porque se encarga entre otras funciones, de la realización de un mecanismo de identificación que permite rastrear cada byte colocado en la red.

Finalmente, la capa de aplicación es la capa que define los protocolos, que se convierten en utilidades específicas para los usuarios finales, o definen estructuras de servicio para aplicaciones de nivel superior. Por ejemplo, “Security Shell” (SSH) permite el acceso remoto entre computadoras. Al mismo tiempo, protocolos como “Simple Mail Transfer Protocol” (SMTP), que también pueden estar ubicados en esta capa, permite que otras aplicaciones (por ejemplo, correo electrónico) construyan su mensaje (ver Figura 1.4) [18].

1.9.2. El protocolo WebSOCKET

WebSocket está desarrollado bajo JavaScript, esta “Application Programming Interface” (API), se ha incluido en el desarrollo de HTML5 y permite conexiones full-duplex en un sólo socket a través del cual se pueden enviar mensajes entre el cliente y el servidor. La ventaja de esta nueva solución

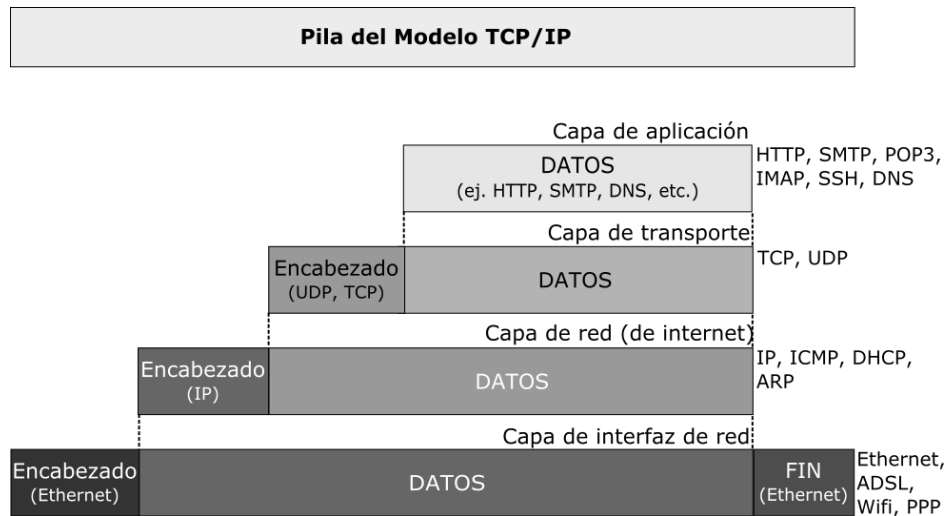


Figura 1.4: Modelo de capas TCP/IP

es que reduce en gran medida la complejidad de la comunicación web bidireccional en tiempo real; este protocolo está diseñado para usarse con la infraestructura web existente. La especificación del protocolo define que las conexiones WebSocket comienzan con conexiones HTTP, lo que garantiza una compatibilidad total con el mundo anterior a WebSocket. El cliente determina cómo cambiar el protocolo HTTP a WebSocket mediante el elemento "Upgrade: websocket" enviado en la solicitud GET en el encabezado HTTP.

El protocolo WebSocket fue desarrollado por el grupo IETF MMUSIC. Es un protocolo a nivel de aplicación que se encarga de iniciar, modificar y finalizar una conversación de forma interactiva entre dos nodos de comunicación (denominados par), donde se verán involucrados elementos multimedia como video, voz, mensajería instantánea, juegos online y realidad virtual, entre ellos. SIP maneja una sintaxis muy similar a HTTP o SMTP. Especifica el puerto 5060 para los protocolos de transmisión UDP y TCP, pero también puede utilizar otros protocolos de transmisión, como WebSocket utilizado en SIP, que puede considerarse como un protocolo de habilitación para servicios de telefonía y voz sobre IP (VoIP), (ver Figura 1.5)[19].

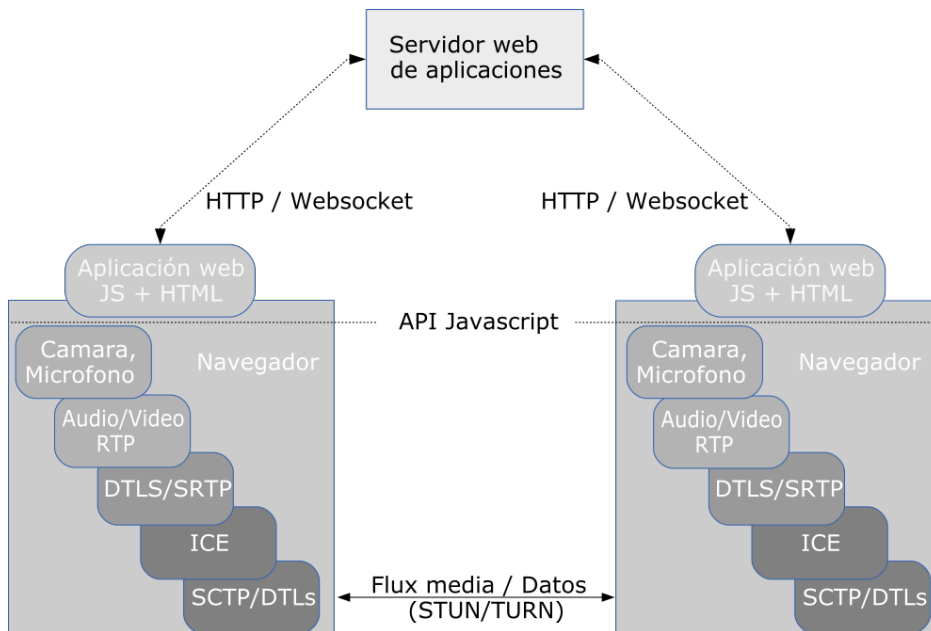


Figura 1.5: Capas WebSocket

1.9.3. El protocolo WebRTC

Es un “Framework” o marco de trabajo de software gratuito, estandarizado en el nivel de API de W3C y el nivel de protocolo de IETF para permitir la comunicación en tiempo real en el navegador. Incluye los componentes básicos de la comunicación de alta calidad en Internet; sus componentes son: red, audio y video.

WebRTC es un proyecto desarrollado y lanzado por Google, que permite a los navegadores web proporcionar comunicación en tiempo real a través de una API simple desarrollada por JavaScript. Este permite a los desarrolladores de aplicaciones web crear aplicaciones multimedia enriquecidas en tiempo real, como el chat de vídeo web, sin necesidad de complementos, descargas o instalaciones. Su propósito es ayudar a construir una poderosa plataforma RTC que pueda funcionar en múltiples navegadores web y múltiples plataformas, (ver Figura 1.6)[20].

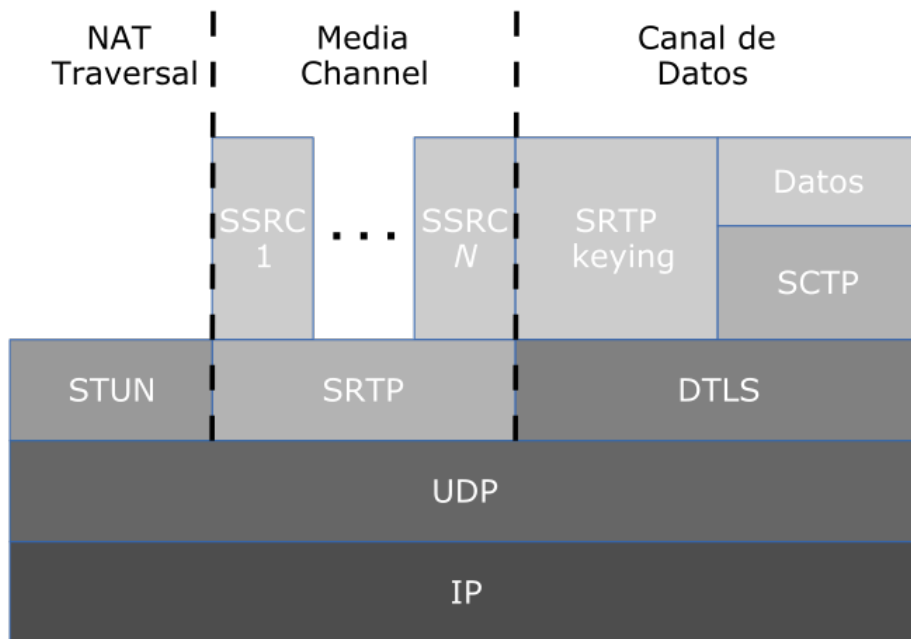


Figura 1.6: Capas WebRTC

1.10. Los anchos de banda utilizados en las videoconferencias

Existen en la actualidad muchos servicios de videollamadas, los cuales son ofrecidos como por ejemplo los servicio de Google, que nos indican en la página de soporte, los anchos de banda utilizados para este servicio.

Esto se toma en cuenta ya que este servicio ofrece esta información desde su página de soporte para obtener un buena calidad en el servicio - (Figura 1.7).

Dentro de estos datos podemos encontrar también los anchos de banda que serían necesarios para que el emisor (interlocutor), realice presentaciones en directo, teniendo en cuenta que la calidad de la emisión dependerá directamente del ancho de banda disponible para recibir dicha emisión en los caso de los espectadores [11] (Figura 1.8).

Ancho de banda medio por participante		
Tipo de reunión	Saliente	Entrante
Vídeo de alta definición	3,2 Mbps	1,8 Mbps
Solo audio	12 kbps	18 kbps

Ancho de banda ideal por participante		
Tipo de reunión	Saliente	Entrante
Videollamadas de alta definición con dos participantes	3,2 Mbps	2,6 Mbps
Videollamadas en grupo	3,2 Mbps	3,2 Mbps

Figura 1.7: Ancho de banda estimados en la transición de videoconferencias proporcionados por la documentación de Google.

Ajuste de vídeo de Meet	Ancho de banda entrante mínimo	Notas
720p	2,6 Mbps	Se trata de la opción predeterminada de alta calidad, que ofrece la mejor experiencia de usuario.
480p	1,5 Mbps	
360p	1,0 Mbps	
240p	0,5 Mbps	Esta opción ofrece una mala experiencia de usuario, por lo que no se recomienda.

Figura 1.8: Ancho de banda para emisiones en directo.

1.11. La miniaturización de equipos de cómputo

La miniaturización de los equipos de cómputo se empezó a implementar básicamente desde sus inicios con el desarrollo de nuevos elementos electrónicos, que permiten hacer múltiples operaciones lógicas en momentos muy cortos de tiempo.

Este avance también se desarrolló con las mejoras encontradas en las aplicaciones de software, ya que continuamente se ha desarrollado nuevos mode-

los de programación y esto ha permitido que los sistemas computacionales crezcan.

Esto no quiere decir que se necesitan equipos grandes para hacer una determinada tarea, ahora ya contamos con un buen número de dispositivos móviles y equipos embebidos como los conocidos SBC que realizan múltiples tareas; desde las más básicas como prender un foco con una acción de nuestro dedo estando a miles de kilómetros de distancia, hasta poder tener reuniones de trabajo con personas que por alguna razón o por la distancia no podríamos tener en nuestra cercanía.

1.11.1. La optimización de hardware y software (OS)

La optimización del Hardware

Es casi imposible hablar de optimización de los equipos de cómputo sin referirnos un poco a la historia de la computación, donde en un principio los equipos de cómputo se encontraban en instalaciones militares o grandes universidades, donde tenían el presupuesto necesario para poder adquirir un equipo del tamaño de un sótano de 30m x 30m y estaban compuestas básicamente de cables y tubos al vacío que tenían la función de interconectar y conmutar haciendo operaciones básicas un caso concreto es el ENIAC que estaba compuesta de aproximadamente de 17,460 bulbos y podía hacer algunas operaciones que actualmente una calculadora de bolsillo puede hacer gracias a la física del estado sólido.

En un segundo momento, los equipos de cómputo redujeron su tamaño con la entrada de nuevos componentes electrónicos de estado sólido, como lo es el transistor de silicio y los circuitos integrados, los cuales permiten la instalación de estos componentes en un espacio más reducido en placas de baquelita, con esto se reducía considerablemente el gasto en energía de los electrones y calor, ya que los tubos al vacío transformaban mucha de la energía que utilizaban en calor y el espacio necesario para operar era considerable.

La utilización de transistores y conjunto de estos, se desarrollaron en espacios cada vez más pequeños los primeros circuitos integrados que dieron a su vez pasó a los primeros procesadores, los cuales ya tenían arreglos de cientos de transistores y permitían tener un conjunto de instrucciones en un pequeño dispositivo de no más de 40 pines.

Los procesadores y después microprocesadores de información se les empezó a llamar (CHIP) los cuales podían procesar y otros almacenar información, todo esto en su conjunto, dio paso a lo que conocemos como computadoras personales, en inglés PC (Personal Computer), haciendo que este tipo de equipos ya pudiera ser comprado por algunas personas de manera comercial, aunque no todas las personas podían comprar una computadora por su costo. Su uso fue creciendo, ya que permitía hacer trabajos que en algunos momentos se tenían que realizar con otro tipo de herramientas.

El desarrollo de los (CHIP) de computadora a tenido un crecimiento exponencial en cuanto a la cantidad de transistores que se pueden contener en un espacio reducido de 1cm^2 (10mm x 10mm) contando ya con miles de millones de transistores integrados, de la misma manera los dispositivos de almacenamiento de datos como memorias y discos magnéticos han aumentaban su capacidad llegando fácilmente a espacios de almacenamiento por arriba de los Terabytes (1024×10^9) Bytes. Todo esto lleva a la posibilidad de que una población mayor pudiera adquirir un equipo de cómputo generado con un aumento en la producción y mejora en los diseños para disminuir los costos de producción.

Ante el desarrollo de las PCs, se tuvo la necesidad cada vez más grande de poder transmitir esta información entre distintos equipos, con lo cual la llegada de las redes de computadores empezando primeramente con sistemas militares y después en equipos utilizados en universidades. Desde este punto ya la cantidad de información que se compartía por este tipo de redes era algo considerable teniendo en cuenta la época y el desarrollo computacional que se tenía en ese entonces.

Con la entrada de las computadoras en el mercado comercial, el crecimiento de fabricantes que podían ofrecer productos similares no se hizo esperar y los costos por producción han estado bajando considerablemente en equipos con las mismas características y capacidades y el desarrollo de nuevas ventajas han generando equipos que cada vez son mejores.

En la actualidad, el uso de equipos de cómputo está presente en casi todos los dispositivos tecnológicos que usamos hoy día; pantallas, computadoras portátiles, tarjetas de presentación, dispositivos de audio, equipos de comunicación, autos, trenes y otras herramientas que usamos en nuestra vida cotidiana, ya están integradas de alguna manera a procesamientos y comunicación. En el campo del desarrollo estos avances también se incluyen,

equipos de desarrollo para el aprendizaje, que no son otra cosa que equipos de cómputo completos que tienen muchas mayores prestaciones y conectividad que lo tenían sus antecesores hace 20 años, con los cuales se pueden hacer un sinnúmero de pruebas ya que son capaces de procesar una cantidad considerable de datos, y con un costo reducido, en este cambio se puede tener una computadora personal con las características necesarias para la investigación y el desarrollo con un equipo embebido, todo en uno o SBC.

Con esto en mente, el tener un equipo de escritorio que pueda ser accesible para un gran número de personas es posible y para un estudiante de nivel universitario mucho más.

La optimización del software

Con el desarrollo de las computadoras, el uso de un intérprete que pudiera darnos el acceso a estos equipos, fue creciendo casi a la par del desarrollo de los procesadores y CHIPS, llegando hasta los sistemas operativos actuales, en su inicio estos sistemas operativos eran privados, con lo cual no permitía el desarrollo del mismo teniendo sólo lo que el fabricante te ofrecía.

Todo esto cambió con el desarrollo de un “kernel” que a grandes rasgos, es el corazón de un sistema operativo, y que sin pensarlo en un inicio se ha hecho el sistema operativo que más se usa en los equipos de cómputo que se encuentran en internet. Dicho sistema, da las posibilidades de crecimientos a los desarrolladores como a los usuarios finales, teniendo en cuenta que es el usuario el que genera las posibilidades y no la herramienta en sí.

La entrada del Software Libre, ha generado que un sinnúmero de desarrollos se generen hasta nuestros días, cambiando el paradigma de la creación de sistemas computacionales más de una vez.

El GNU linux, es un sistema que está compuesto por un kernel desarrollado por el finlandés “Linus Torvalds” en la década de los 90, en cual se propuso que fuera un clónico de un sistema operativo Unix, pero al ser de libre distribución y el uso de su licencia GNU GPL, le da más ventajas que un sistema propietario ya que el usuario puede hacer las adaptaciones y mejoras que considere necesarias.

La sinergia que genera la utilización de los equipos de cómputo actuales, con el software desarrollado, dan la posibilidad de que múltiples sistemas permanezcan conectados y ofreciendo información e interacción en tiempo real.

La llegada de todos estos dispositivos ha hecho ya desde hace algunos años lo que se conoce como el internet de las cosas, que no es más que la posibilidad de interconectar diferentes herramientas que en un principio no tendría relevancia su comunicación, como lo puede ser un refrigerador o una lámpara los cuales pueden darte información de consumo, alertas, u otro datos que sea relevantes para el usuario.

Estos sistemas, están desarrollados bajo esquemas en donde se utilizan equipos de cómputo ajustados con sistemas operativos y aplicaciones que se pueden mejorar para estas necesidades, permitiendo la interconexión con otros sistemas.

1.11.2. La convergencia tecnológica

La integración tecnológica es cada vez más importante para unificar varios procesos, herramientas, métodos y desarrollos.

La integración de tecnologías es una tendencia creciente en la actualidad. Este concepto representa la unión de diferentes servicios que comparten una misma estructura. El objetivo es satisfacer las necesidades del cliente y predecir tendencias. Un buen ejemplo que todos usan es un teléfono inteligente. En un sólo dispositivo, puede utilizar cámara, agenda electrónica, despertador, TV, GPS, Internet, etcétera y esta integración se transforma en herramientas técnicas que permiten integrar todos los servicios de comunicación como:

- Teléfono
- Correo electrónico
- Soporte
- Procesos productivos
- Logística

En una sola plataforma, significa que las empresas pueden utilizar una herramienta para simplificar el uso de soluciones de TI y brindar a los usuarios una mayor flexibilidad y reducción en costos de las tareas cotidianas. Gracias a la movilidad que proporciona el sistema en la nube, se pueden trabajar en cualquier lugar. La convergencia tecnológica se considera un aliado importante para lograr los objetivos del futuro [12].

Principales innovaciones de la convergencia tecnológica:

- El Big data en este campo, el software de monitoreo como Multipunto juega un papel muy important; hasta cierto punto, los gerentes pueden acceder a toda la información procesada desde varias fuentes de información en un sólo tablero de datos.
- La inteligencia artificial puede ayudar a prevenir el fraude, analizar el comportamiento de los usuarios y es muy importante para analizar y monitorear las necesidades de las audiencias objetivo.
- La inteligencia empresarial es una herramienta muy poderosa y dado que proporciona la función de integrar y leer varias fuentes de datos, es cada vez más utilizada por todos en la toma de decisiones. La inteligencia empresarial también ayuda a identificar las tendencias y los cambios del mercado, que son esenciales para mantenerse competitivo.
- Internet de las cosas (IoT) este concepto interconecta equipos, empresas y personas de modo que la transmisión de datos sólo demore unos segundos. Todas las industrias pueden utilizar las ventajas de Internet de las cosas y la integración de tecnología para realizar negocios.
- Reconocimiento de imágenes, este ayuda a los ciudadanos a tener un reconocimiento facial no es una novedad, pero este reconocimiento ahora se realiza en muchas ubicaciones físicas. Por tanto, es posible verificar a las persona, saber si lleva ropa, conocer su comportamiento en una tienda, o cualquier otro lugar.
- Los servicios de voz, por ejemplo, se pueden activar varios servicios mediante comandos de voz para buscar y realizar acciones para la toma de decisiones. Es una tecnología en constante evolución y los profesionales en el campo trabajan duro todos los días para perfeccionar su funcionamiento.

1.11.3. Sistema distribuído organizado como Middleware

Los sistemas distribuidos están organizados a través de una capa de software, que se denominan middleware, una definición más conceptual, Según

Microsoft Azure[middleware], “middleware es el software que se encuentra entre un sistema y el sistema operativo, las aplicaciones que se ejecutan en él, funciona como una capa oculta que permite la comunicación y la gestión de datos para aplicaciones distribuidas”. Algunos ejemplos de middleware pueden incluir middleware de base de datos, middleware de servidor de aplicaciones, middleware orientado a mensajes, middleware web y procesamiento de transacciones.

Un sistema distribuido organizado con middleware, tiene dos características que son, ocultar la distribución y la aplicación se ejecuta en diferentes máquinas distribuidas geográficamente y oculta la heterogeneidad en diferentes sistemas operativos y protocolos de comunicación, Imagen bajo demanda representa una arquitectura distribuida que utiliza middleware [13].

Capítulo 2

El Dispositivo

2.1. Planteamiento del problema y plan de trabajo

2.1.1. Planteamiento del problema

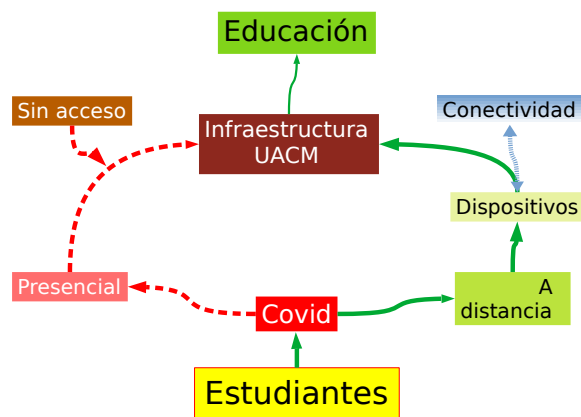


Figura 2.1: Diagrama del dispositivo y su periféricos por secciones.

En virtud de la contingencia sanitaria de covid - 19, los estudiantes en todo el mundo han tenido que recurrir al uso de las tecnologías digitales para la consecución en sus estudios. Los estudiantes de la UACM no han sido la

excepción, por lo que hemos sabido que muchos de los estudiantes han tenido problemas para conseguir las tecnologías digitales para poder seguir con sus estudios (2.1).

Por lo que, se pretende desarrollar una alternativa de un sistema digital que permita la conectividad para atender sus clases a distancia.

Tomando como base lo que ya se mencionó, se tendrá un panorama más claro con respecto a la educación a distancia. En el caso México, como se comenta en el capítulo anterior (1.3 a 1.3.3) y de la misma manera con el uso de nuevas tecnología, las tecnologías de la información y las comunicación (TIC) , los recursos TIC y las propuestas de modelos educativos con el uso de las TIC (1.4 a 1.5.3), dará un impulso extra para el desarrollo de esta alternativa.

El desarrollo de la planeación académica (1.6) se dejará para después, ya que esto no es una regla estricta y no se puede ahondar mucho en este tema ya que no es el foco principal de esta tesis, pero es importante mencionarla ya que puede servir de base para el desarrollo de la misma.

Lo que sí es importante mencionar, es el contexto que tiene un estudiante de la UACM (1.6.1) para poder desarrollar y tomar en cuenta los alcances de desarrollar esta alternativa.

Vale la pena retomar un poco de la historia respecto al desarrollo de las telecomunicaciones 3G a 5G (1.7), ya que esto muestra la pauta en el desarrollo de la misma y cómo esto transformó la comunicación como la conocemos hoy, dándonos la oportunidad de poder generar estas alternativas y su viabilidad.

2.2. Plan de trabajo

Para darle solución a esta problemática, se propone el desarrollo de una alternativa entre otras que ya existen, la cual permitirá la conectividad para acceder a las clases a distancia y que se puedan realizar las siguientes tareas:

- Búsqueda de información.
- Edición de documentos electrónicos.
- Uso de correo electrónico.

- Acceso a aulas virtuales.
- Acceso a videoconferencias.

Para lo cual, se planean realizar los siguientes pasos para su implementación, ya que se ha seleccionado el “single board computer” (SBC) el cual cumple con los requerimientos mínimos para el desarrollo de esta alternativa.

Ya se definió brevemente el desarrollo y miniaturización de equipos computacionales -véase (1.10)- y como esta convergencia tecnológica -véase (1.11.1)- de manera gradual para poder generar los sistemas que conocemos hoy, se tomará en cuenta para el desarrollo de este trabajo..

Se decidió separar el desarrollo de esta alternativa en secciones, para tener un orden en la realización de la misma y poder tener opciones de cambio, por si se llegaron a presentar algunos inconvenientes (Ver figura 2.2).

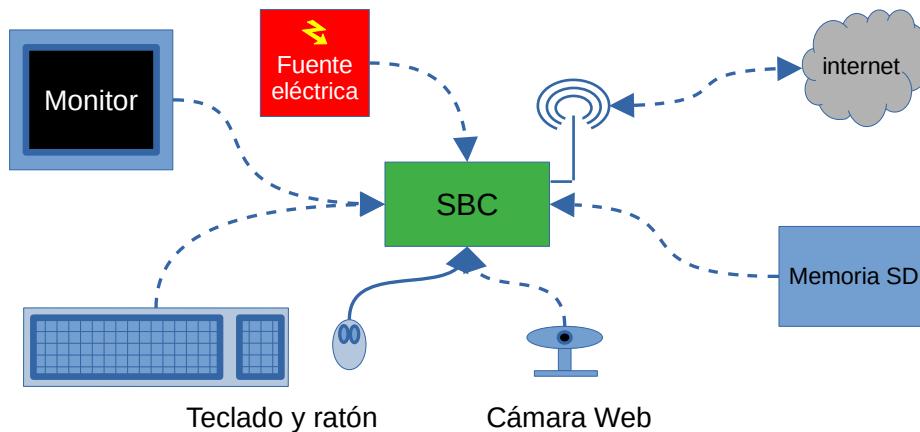


Figura 2.2: Diagrama del dispositivo y sus periféricos por secciones.

2.2.1. Estrategia

En primera instancia buscará qué tipos de SBC del tipo Pi se pueden encontrar en el mercado mexicano, así como la facilidad de adquisición de los mismos, Se compararán sus características y precios para optar por el que

ofrezca las mejores prestaciones y si es el caso, el soporte necesario para el desarrollo de este dispositivo de cómputo.

Se revisarán sus canales de comunicación así como protocolos compatibles que puedan realizar la conectividad del mismo para los fines que ya se mencionaron. De la misma manera, se documentará que tipo de software es necesario instalar u operar para su utilización, qué tipo de software es y qué licenciamiento tiene.

Teniendo todo esto en cuenta, se seleccionará el dispositivo SBC que sea seleccionado y por último, se revisan las características eléctricas y de control adecuado de energía con los que cuente el dispositivo seleccionado.

2.3. El SBC

Una computadora SBC (Single Board Computer) o de placa única, está construida con un procesador, una memoria y puertos de entrada y salida. Estas características la hacen funcional, siendo principalmente desarrollados para versiones prototipo o modelos de desarrollo para el sistema educativo, el uso de la domótica, o como controlador de algún dispositivo como lo pueden ser el IoT.

En la fabricación de este tipo de computadoras se utilizan varios tipos de componentes, como lo podrían ser los procesadores de diferentes arquitectura y periféricos, haciéndolas accesibles para múltiples diseños y configuraciones que las requieran.

De estas computadoras existen múltiples variaciones, para cumplir las necesidades del usuario y función al que van dirigida. En este caso tenemos el diagrama de bloques Figura 2.3 de una SBC en la cual se integran varios componentes, como el procesador, la memoria RAM y múltiples puertos de diferentes estándares para la comunicación; el USB, el Ethernet, el I2C, el UART, el puerto serial, el HDMI, y los puertos de comunicación inalámbrica como el Bluetooth y el Wireless. La mayoría de estos componentes son necesarios para su funcionamiento, la alimentación eléctrica es suministrada por un convertidor o acoplador de 120V a 60Hz que regula la tensión y proporciona la corriente necesaria para su correcto funcionamiento.

La mayoría de las SBC son equipos de bajo consumo de energía, en el cual muchos de los casos no llega a ser mayor a 5v y en casos industriales el

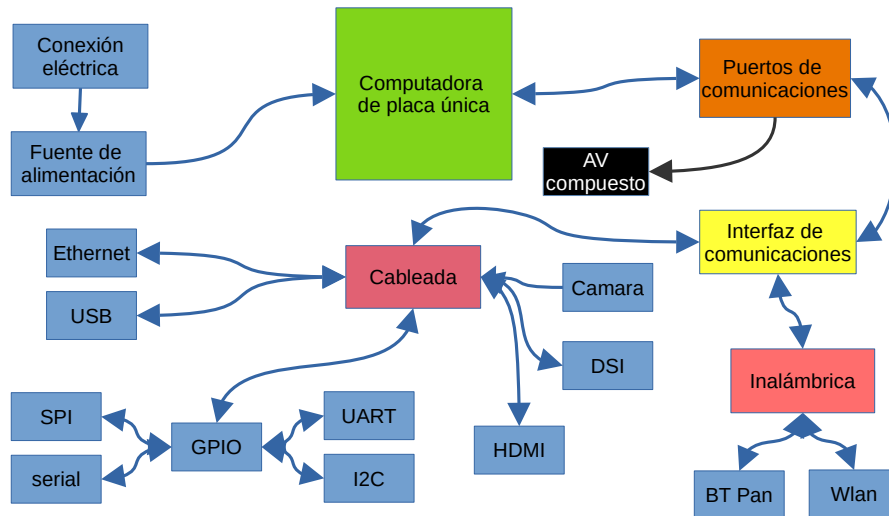


Figura 2.3: Diagrama de conexión y comunicación del dispositivo (desarrollo propio)

voltaje se reduce a 3.3V.

Como todas las computadoras, en el caso de las SBC utilizan puertos de comunicación para interconectar los diferentes dispositivos a los cuales se acopla. Este tipo de comunicación en su mayoría es de carácter digital, aunque no se puede descartar la comunicación de dispositivos analógicos.

2.3.1. Comparativas de SBC en el mercado

Se encontraron varios SBC del tipo Pi con características que pueden utilizarse en el desarrollo de la opción que se planea implementar, de los cuales se presentan algunas de sus características como: el modelo de placa, el procesador, memoria RAM, el almacenamiento que pueden admitir, los puertos con los que dispone el SBC, el sistema operativo, y el precio.

Estas se representan en la siguiente tabla 2.4.

Modelo	ODROID-XU4	Rock64 Media Board	NVIDIA Jetson Nano	ASUS Tinker Board S	Banana Pi BPI M3	Raspberry Pi 4 modelo B
Procesador	Samsung Exynos 5422 a 2 GHz	Rockchip RK3328	ARM@Cortex®-A57 de 4 nucleos	Rockchip Quad-Core RK3288	A31S ARM Cortex-A7 Quad-Core	Broadcom BCM2711
RAM	2 GB of RAM	1 GB de RAM	4 GB	2GB	2 GB	2/4/8GB
Almacenamiento	Micro SD 32Gb	microSD y espacio para módulo eMMC	16 GB de almacenamiento Flash eMMC 5.1	16GB eMMC y Micro SD	MicroSD (TF), SATA2.0, eMMC	802.11ac Wi-Fi / Bluetooth 5.0, Gigabit Ethernet
Puertos	1 Ethernet gigabit, 2 USB 3.0, 1 USB 2.0, salida HDMI, Puerto GPIO,	HDMI 2.0a, 1X Ethernet 100Mb, 1 XUSB 3.0, 2 X USB 2.0,	Gigabit Ethernet, Salidas de vídeo HDMI 2.0 o DP 1.2 eDP 1.4 DSI (1 x 2) 2 simultáneos, UPHY 1 SDIO / 2 SPI / 4 I2C / 2 I2S / GPIO	GB LAN, WIFI 802.11 b/g/n, Bluetooth V4.0 + EDR, USB 4 x USB 2.0, Internal I/O 1 x 40-pin	USB 2.0 Host x 2, USB 2.0 OTG, BT4.0, Gigabit Ethernet	2 x puertos micro-HDMI, 2 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, GPIO
O.S.	GNU Linux	GNU Linux, Android	GNU Linux	GNU Linux	Android y Linux	GNU Linux windows ARM
Precio	3,200	1,650	4,150	2,292	2,400	2,500

Figura 2.4: Comparativa entre SBC en el mercado mexicano.

Las opciones de compra en México de las placas SBC que se tomaran en cuenta serán las siguientes como se ve en la tabla 2.5, por la situación sanitaria las opciones en línea son las más favorables en estos momentos.

Modo de compra	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4
En línea	Amazon.com.mx	Mercadolibre.com.mx	Lineo.com.mx	Geekfactory.mx
Presencial	UNIT Electronics	330ohms	SANDOROBOTICS	STEREN

Figura 2.5: Opciones de compra en México.

2.3.2. La selección de SBC

En la elección del SBC se tomaron en cuenta otras características que no se presentan en la tabla comparativa, estas son: la disponibilidad de adquisición del SBC en México, documentación y soporte del SBC al menos en español, el costo beneficio y el tiempo de entrega.

La cantidad de memoria RAM es una característica importante a tener en cuenta, únicamente dos placas SBC cuentan con 4Gb de RAM y solo una tiene la opción de tener hasta 8Gb de RAM.

En el apartado de la documentación, todos tiene la necesaria para su

funcionamiento y puesta en marcha, así como la documentación necesaria en sus páginas web del desarrollador. Dicha documentación se encuentra en idiomas inglés, chino en la mayoría de las veces, solo 2 cuentan con documentación oficial en español, así como foros de discusión en idioma español y con documentación impresa.

En el caso de costo beneficio, se encontramos una opción con un precio por debajo de los 1,700 pesos pero tiene algunas características que podrían hacer difícil el desempeño de este desarrollo. Por otro lado, las demás placas SMB están entre un precio entre 2,000 a 4,200 pesos mexicanos.

Así se encuentra que la mayoría de las SBC mencionadas tenían un tiempo de entrega de aproximadamente de 4 a 6 semanas, debido a que son productos importados. Si se pedían en línea, a excepción de uno con los precios que se tiene en la tabla antes mencionada. Si estos eran adquiridos en lugares donde se venden equipos de electrónica, el tiempo de entrega disminuye, pero su precio se incrementa sustancialmente.

Por todo lo anterior, el SBC que mejor se acopla a las necesidades de esta propuesta, es el desarrollado por Raspberry Pi Foundation, ya que este es posible adquirirlo en múltiples locales o tiendas en línea dentro de México. Cuenta con una cantidad aceptable de memoria RAM, se encuentra mucha documentación respecto a este SBC, y el precio es bastante aceptable con un tiempo de entrega no mayor a 5 días.

2.4. Aspectos técnicos del SBC seleccionado

Se enumeran algunas características principales de los componentes que integran la SBC que se va a usar para el desarrollo de esta alternativa.

Sus principales características son:

- **Procesador** SoC ARM Cortex-A72 microarquitectura ARMv8-A de 64 bits y conjunto de instrucciones diseñado por ARM de cuatro núcleos a una frecuencia de 1,5 GHz, caché L1 80 KiB (48 KiB I-cache con paridad, 32 KiB D-cache con ECC) por núcleo, Caché L2 1 MiB, Litografía de 28 nm + arquitectura ARM Generic Interrupt Controller (GIC) 2.0 para virtualización por hardware en ARM.
- **RAM** Del tipo LPDDR4 SDRAM que pueden ser 2, 4 u 8 GB.

- **Video** GPU VideoCore VI (con soporte para OpenGL ES 3.x) a 500Mhz, reproducción teórica de vídeo 4K a 60 fps en HEVC.
- **Ethernet** Consta de un transceptor Gigabit Ethernet (GbE) 1000BASE-T / 100BASE-TX / 10BASE-T de triple velocidad integrado en un solo chip CMOS monolítico
- **USB** Controlador de host USB 3.0, equipada con una plataforma PCI Express, Universal Serial Bus 3.0, la Interfaz de controlador de host extensible (xHCI) de Intel, compatible con las especificaciones USB 2.0 y 1.1, con velocidades de transmisión máxima de Super-Speed(5 Gbps), High-Speed(480 Mbps), (12 Mbps) y (1,5 Mbps) respectivamente, tiene una interfaz PCI Express 2.0 x1 compatible con PCI Express 1.0 y es perfectamente adecuado para aplicaciones de PC Host y Add-In Card.
- **Wireless** Acceso a conectividad de redes inalámbricas IEEE 802.11.b/g/n/ac de doble banda de 2,4 GHz y 5 GHz.
- **Bluetooth** versión 5.0 y Bluetooth LE (BLE).
- **Energía** Conexión por USB-C a 5V 3Amp.

El modelo de SBC que se utiliza en este trabajo usa en promedio 15 Watts de potencia.

2.4.1. El suministro de energía

Una representación del tipo de conexiones que se tiene que llevar en esta SBC, se muestra en el diagrama 2.6 el cual, por una parte tiene la conexión de suministro de energía y por otra la comunicación de dato, el cual se comentará en otra sección.

Para el manejo y suministro de la energía que requiere un SBC, se pueden encontrar diferentes soluciones, todo esto dependiendo del dispositivo que se haya seleccionado. En este caso en particular el suministro de energía es de 5V a 3A como lo marca el fabricante, pudiendo entregar una potencia estable de 15W.

El conector que se utiliza para la alimentación del SBC es un conector USB-C el cual solamente puede ser utilizado para alimentación de corriente, ya que su configuración interna no permite la comunicación de datos.

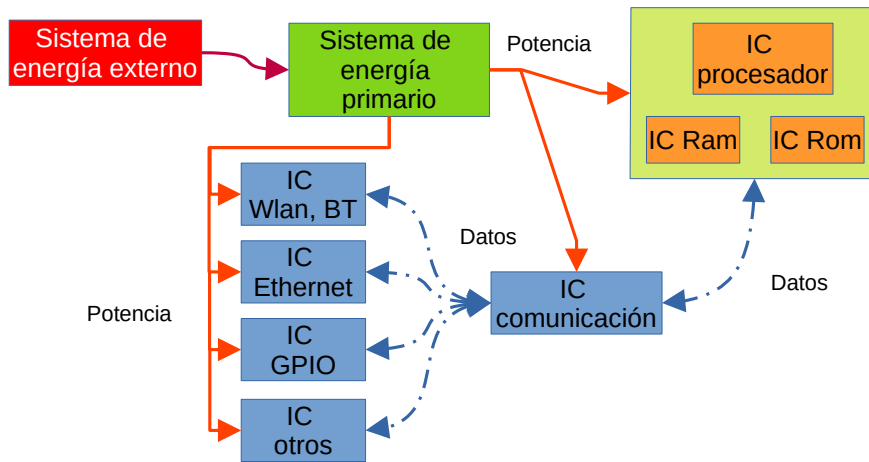


Figura 2.6: Diagrama de bloques del suministro y manejo de energía.

El dispositivo que entrega la energía al SBC, es una fuente de alimentación o eliminador de energía que se conecta directamente al suministro eléctrico que es de 127V a 60Hz, que es el estándar utilizado en México. Su interior está compuesto de una circuitería que le permite hacer la entrega de los valores mencionados, con un máximo de 5.1V a 3A en el dispositivo fabricado por la marca.

El circuito administrador de energía (PMC) (MxL7704)[14] con un voltaje de entrada de 4V a 5.5V suministra energía limpia desde 1.5V a 3.6V para los dispositivos auxiliares, con una configuración de reguladores síncronos que pueden entregar voltaje y corriente a la memoria, los dispositivos de E/S y el procesador, funcionan con los siguientes valores de alimentación:

- Frecuencia de switcheo de 1.2Mhz a 2Mhz.
- Reductor desde 3.0V a 3.6V a 1.5A.
- Reductor desde 1.3V a 1.92V a 1.5A.
- Reductor desde 0.8V a 1.6V a 2.5A.
- Reductor desde 0.6V a 1.4V a 4A.
- Regulador de baja caída (LDO) de 1.5V a 3.6V a 100mA.

Todos estos valores son utilizados para la alimentación eléctrica adecuada en el caso de los diferentes dispositivos dependientes del mismo SBC.

2.4.2. El Procesador

En el caso del procesador **BCM2711** utilizado, de arquitectura ARM, el voltaje no es mayor a 1.0V, pero este puede variar dependiendo de la carga de trabajo y frecuencia a la que se establece su operación, tal como se muestra en el diagrama esquemático del SBC, y una potencia de diseño térmico (TDP) de 3W pudiendo llegar hasta los 7.5W.

2.4.3. La memoria RAM

Con la memoria RAM de **Micron FBGA**, al ser del tipo LPDDR4 y trabajar a una frecuencia de 2400Mhz, el voltaje que le es proporcionado, es de 1.1V o inferior, no rebasando el límite inferior de 1.0V. En este caso el fabricante no ofrece los datos de potencia requerida para el dispositivo en su hoja de especificaciones.

2.4.4. La red

La utilización del chip para su conexión ethernet es (**BCM54213PE**) que es alimentado por una las secciones de regulación síncrona desde 1.3V a 1.9V y la alimentación de los “leds” se activan por el sistema de regulación LDO a 3V. En este caso el fabricante no ofrece los datos de potencia requerida para el dispositivo en su hoja de especificaciones. [15]

En el caso de la conexión Wlan y Bluetooth ofrecida por el circuito integrado (**CYW43455**) [16] se tienen dos sistemas de alimentación: una proveniente de VBAT de LDO que es de 5V y que según su referencia, puede trabajar desde 3.0V a 6.0V máximo y otra desde VIO que es proporcionada por una sección de un reductor que puede ir desde 1.8V a 3.3V.

Este circuito integrado, también cuenta con una unidad administradora de energía (PMU) interna que le da el manejo adecuado de energía que requieren el sistema Wlan y Bluetooth, los cuales son:

- Tenemos que VBAT = 5V de entrada.

- Desde VBAT a 1.35V de salida a una corriente de 170 mA, máxima de 600 mA nombrada CBUCK.
- De VBAT a 3.3V de salida a 200 mA, máxima 850 mA nombrada LDO3P3.
- De VBAT a 2.5V de salida a 15 mA, máxima de 70 mA nombrada BTLDO2P5.
- De 1.35V a 1.2V de salida a 100 mA máxima de 150 mA nombrada LNLDO. De 1.35V a 1.2V de salida a 80mA máxima de 200mA nombrada CLDO utilizada para modo Bypass.
- De 1.35V a 1.2V de salida a 35 mA máxima 55 mA nombrada LDO para el puerto PCIe.

Este circuito integrado ofrece autocalibración interna de reloj.

La eficiencia teórica de la antena tipo niche que utiliza, es de -0.6dB para la banda de 2.4Ghz y -3.6dB para la banda de 5Ghz con ganancias máximas de 4.7dB y 2.7dB respectivamente, esto nos da un coeficiente de potencia 0.8709W y un coeficiente de amplitud de 0.9332V para la banda de 2.4Ghz y un coeficiente de potencia de 0.4365W y un coeficiente de amplitud de 0.6606V para la banda de 5Ghz.

2.4.5. El bus serial universal (USB)

El manejo de este bus, da las características energéticas del puerto USB y es proporcionado por el chip VL805 [21] el cual tiene manejo de configuraciones para USB tipo 3.0 y es compatible con USB versiones 2.0 y 1.1 ofreciendo un voltaje en sus salidas de 5V y una corriente máxima de 1.25 A en un puerto USB 3.0, si es que se conecta solo una conexión; o esta corriente puede ser proporcional en los demás puertos, en el caso de las conexiones USB 2.0 la corriente no superará los 500 mA, con lo cual se remarca que las conexiones USB del SBC no pueden ofrecer potencia a dispositivos externos, pero si es lo suficiente para alimentar un disco de estado sólido del tipo M.2, por ejemplo.

2.4.6. Los periféricos USB

La conexión del teclado es del tipo USB con una entrada de 5V a 350 mA, con lo cual nos da una potencia requerida de 1.75W. En el caso del ratón óptico, este tiene un consumo de 5V y 100 mA, con lo cual tiene una potencia requerida de 0.5W o 500 mW. Lo que corresponde a la cámara web, este dispositivo se conecta a través de USB versión 2.0, por lo cual se le proporciona un voltaje de 5.0V y una corriente de 500 mA con una potencia máxima de 2.5W.

2.4.7. La interfaz multimedia de alta definición (HDMI)

Es un puerto de comunicación de datos digitales y sólo cuenta con un pin o conector que utiliza un voltaje de 5.0V y una corriente de 50mA, cuya potencia máxima es de apenas 250mW, para la señalización del cableado.

2.4.8. La tarjeta MicroSD

Las tarjetas SD son dispositivos de almacenamiento de estado sólido, por el cual no es necesario un alto requerimiento de energía que va desde los 2.7V a 3.6V con una corriente aproximada de 500uA a 400mA

2.4.9. El puerto GPIO

Es puerto de comunicaciones está conformado por 40 pines, con una alimentación provenientes del PMC, dos 5V y uno de 3.3V; pero también cuenta con pines de propósito general, que solo sirven para el envío o recepción de datos y que están conectados directamente a la salida de 3.3v y utilizan una corriente no mayor a 3mA por lo que no se le puede administrar.

2.5. Alimentación eléctrica al dispositivo SBC “Fuente eléctrica”

En este diagrama a bloque sólo se hace alusión a las conexiones eléctricas entre el hardware del equipo. En esta sección, se realizará la prueba del dispositivo para verificar que se encienda correctamente y para verificar la

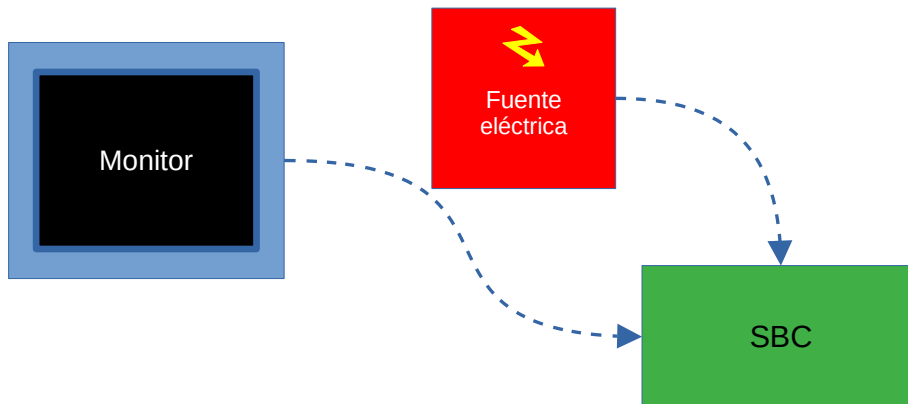


Figura 2.7: Conexión de monitor y fuente de alimentación

operación de encendido del SBC, teniendo en cuenta lo que se mencionó anteriormente, conectando un medio de prueba de imagen, como un monitor o display y a su vez, la fuente de alimentación eléctrica del dispositivo, con la finalidad de comprobar que enciende (ver Figura 2.7).

2.6. Comunicación del SBC

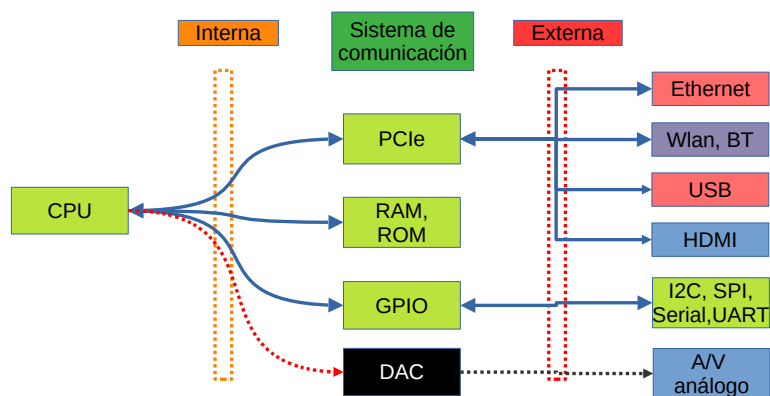


Figura 2.8: Diagrama de bloques del sistema de comunicación.

Los sistemas de comunicación que integran un SBC, son varios, pero si interactúa con otros sistemas o subsistemas (ver Figura 2.8). En este trabajo de tesis, se revisarán cuáles son los componentes que conforman los medios de comunicación del SBC, por lo que se incluyen en medios de comunicación interna y externa teniendo principal incidencia en los medios de comunicación que se utilizan para las telecomunicaciones.

2.6.1. La comunicación externa

El puerto Ethernet

Este puerto está controlado por el CHIP BCM54213PE, ofrece conectividad Gigabit Ethernet (GbE) con todas las funciones en capa física 1000BASE-T/100BASE-TX/10BASE-T, autonegociación de enlace de velocidad, diagnóstico con “cable checker” que permite detectar problemas en la línea de comunicación, todo esto integrado es un chip monolítico. Esto es una característica muy buena ya que permite la utilización de este dispositivo en redes con velocidades actuales de conexión en redes internas de computadora.

La comunicación que realiza este dispositivo con el procesador es por medio del puerto PCIe que se encuentra integrado en el mismo.

El Wlan y Bluetooth

Esta conexión es ofrecida por el controlador CYW43455 el cual ofrece conectividad de Wireless LAN (WLAN) de doble banda y conectividad Bluetooth 5.0.

En la conectividad Wlan es compatible con los estándares IEEE802.11ac en canales de datos de 20 Mhz, 40 Mhz y 80 Mhz con velocidades teóricas máximas de 433.3Mbps, admite las velocidades de los estándares IEEE 802.11a/b/g/n, transmisión y recepción amplificada y reducción de ruido en bandas de (2.4Ghz y 5.0 Ghz) y es compatible con conexión PCIe V1.

La seguridad Wlan

Cumple con las siguientes patentes de seguridad: WEP, WPA personal, WPA2 personal, WMM, WMM-PS, WMM-SA, AES, TKIP, CKIP.

La conectividad Bluetooth

La conectividad Bluetooth con el estándar 5.0 y compatible con 4.2 de baja energía (BLE), 3.0 y 2.1 + EDR, esto con banda base de 2.4 Ghz, velocidad de transmisión de 2Mbps y alcance teórico de 200mts en BLE, conexión segura de 128 AES-CCM para el modo BT y BLE.

La antena

La antena utilizada en este SBC, está incorporada dentro de la placa PCB la cual tiene una frecuencia de operación efectiva desde 2.4 Ghz a 2.5Ghz y 5.15 Ghz a 5.825 Ghz, con pérdida de retorno 2.4 Ghz < -12.7 dB y 5.0 Ghz < -3.2 dB, una eficiencia en 2.4 Ghz < -0.6 dB lo que nos da 0.8709 W y una amplitud de 0.9332 V y 5.0 Ghz < -3.6 dB con una potencia de 0.4365 W y una amplitud 0.6606 V, con una ganancia en 2.4 Ghz de 4.7 dBi y 5.0 Ghz 2.7 dBi y su dimensiones son aproximadamente 6 x 12 mm como se hace referencia el la Figura 2.9 [17]

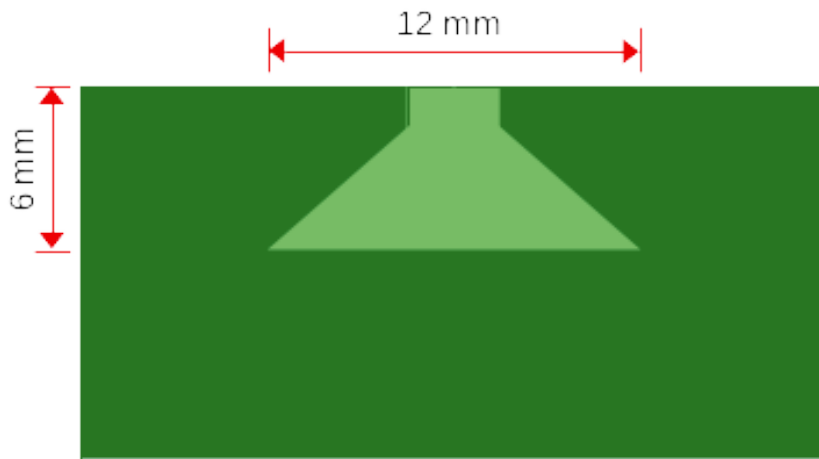


Figura 2.9: Representación de antena Niche, diseño propio

El Bus serial universal (USB)

La utilización de este puerto es suministrado por el CHIP VL805, que proporcionar la conectividad de un puerto USB 3.0 a una conexión PCIe v2.0. este chip puede ofrecer acceso a 4 puertos USB 3.0, pero por las limitaciones de la potencia sólo se configuran 2 puertos USB 3.0 y otros dos puertos USB con compatibilidad 2.0 y 1.1.

Los puertos USB 3.0 ofrecen una velocidad en la transferencia de datos de hasta 5Gbps y los puertos USB 2.0 de 480Mbps, con la posibilidad de conectar dispositivos de almacenamientos, tales como los discos de estado

sólido, NAS o memorias de alta velocidad para el almacenamiento y lectura de datos, que cuenten con conexión USB 3.0.

El puerto del bus serial universal (USB), está conectado directamente al procesador del SBC se esta utilizando en este trabajo y al puerto GPIO que consta de 40 pines, de los cuales 28 son puertos de entrada y salida, 5 ofrecen voltaje y 8 son conexiones a tierra, con losque se pueden conectar las siguientes configuraciones de comunicación:

PWM (modulación de ancho de pulso)

- PWM por software disponible en todos los pines.
- PWM por hardware disponible en GPIO12, GPIO13, GPIO18, GPIO19.

SPI

- SPI0: MOSI (GPIO10); MISO (GPIO9); SCLK (GPIO11); CE0 (GPIO8), CE1 (GPIO7).
- SPI1: MOSI (GPIO20); MISO (GPIO19); SCLK (GPIO21); CE0 (GPIO18); CE1 (GPIO17); CE2 (GPIO16).

I2C

- Conexión de datos: (GPIO2); Reloj (GPIO3).
- Conexión de datos EEPROM: (GPIO0); Reloj EEPROM (GPIO1).

Serial

- Conexiones TX (GPIO14); RX (GPIO15).

2.7. El software del SBC

En este caso se plantea utilizar software de licencia GNU linux, ya que ofrece una amplia gama de paquetería que se encuentra disponible para su implementación en la arquitectura del SBC, y un gran soporte por parte del fabricante así mismo de la comunidad que es parte de este SBC, Éste ofrecer múltiple mejoras y asistencia en caso de presentar algún problema de incompatibilidad.

Concretamente la distribución de software que se utilizará es Raspbian, con características de software de licencia GNU linux y ya cuenta con suficiente software para las pruebas que se pretenden desarrollar con esta alternativa y es compatible con la carga en memoria micro SD para su interacción con el usuario.

2.7.1. Los tipos de licencia

El GNU Linux y el software libre

El término software libre (free software), refiere que un porcentaje amplio del software libre es gratuito; esto ha dado malas interpretaciones, sin embargo, lo que define al software libre es la libertad, y de ningún modo el precio. Si hablamos de software libre debemos pensar en “las posibilidades que ofrece”. El propietario sobre los derechos del software libre, da garantías a los usuarios mediante con el uso de una licencia, una serie de derechos y libertades que no da el software privado, que se reserva numerosos derechos en base a la legislación sobre propiedad intelectual (no otorgan acceso al código fuente o modificación alguna y su redistribución). El usuario de software privativo en realidad paga por el derecho a usar, con numerosas limitaciones dicho software. Pero el tener que pagar por éste, no lo da como algo de su propiedad.

La idea clave para comprender el entusiasmo causado por el software libre es que el software libre es más que sólo software. Por tanto, se ha asociado a un modelo de desarrollo de software. La “Free Software Foundation” (FSF), declara como elemento clave para la definición del software libre, la libertad de la comunidad de usuarios para poder ejecutar, copiar, estudiar, mejorar y redistribuir el software. La palabra clave aquí es “libertad” de modificar.

La GNU General Public License es la licencia del proyecto GNU, propuesta por la Free Software Foundation utilizada en el software libre. Fue Richard Stallman quien pensó en impedir que el software que se desarrollara dentro del proyecto GNU se transformara en privado y no dar las libertades que reconoce a los usuarios. Se denomina copyleft e, ingeniosamente utiliza las leyes de copyright para otorgar libertades a los usuarios, no para reservar derechos a los propietarios. Cuando Stallman recuerda la anécdota de la definición del nombre al tipo de licencia “all rights reversed”, en contrapropuesta al “all rights reserved” del copyright, cuando relata la historia del proyecto

GNU.

Una de las acciones más importantes a destacar del software libre es que no se está violando ninguna ley de propiedad y que el software libre “no es algo malo” o de baja calidad; contrariamente, muchas de las supuestas mejoras que presenta el software propietario vienen de implementaciones de software libre.

2.8. Prueba de arranque

En esta sección, se dispondrán todos los arreglos necesarios para el funcionamiento del SBC, como puede ser la instalación del Sistema Operativo para su funcionamiento. El proceso de instalación del sistema operativo en el medio de arranque, se utilizará una memoria micro SD, ya que se necesita un intérprete que interactúe con el usuario, las aplicaciones que se requieran y el hardware del SBC.

2.9. Armado y conexiones

En esta sección, se buscará el correcto armado y las respectivas conexiones para que funcione el SBC y no se requieran modificaciones en el desempeño de sus tareas, al menos en lo referente a la educación a distancia.

Estas conexiones se harán, con las demás componentes descritas en la figura (2.2): un monitor, un teclado, un ratón, una cámara web, la memoria microSD y la fuente de alimentación eléctrica.

El orden de las conexiones es importante, ya que de no ser así, si se conectara algún componente mencionado con este sistema energizado, podría estropear el dispositivo que se conectó o el SBC por completo; por lo que el orden de conexión sería: la inserción de la Micro SD, el cable hacia el monitor, la conexión de teclado, el ratón y la cámara web y la conexión desde la fuente eléctrica.

De la misma manera, se realizarán las adecuaciones faltantes (si es requerido) como pudiese ser un medio de refrigeración para evitar posibles fallas por sobrecalentamiento o pérdida de desempeño por alta temperatura.

2.10. Configuración y actualización del sistema

En esta sección, se realizarán todos los ajustes y configuraciones requeridas por el sistema operativo, como son el área geográfica, el idioma y la distribución del teclado. Se pretende utilizar software libre, tal como el proyecto GNU linux o alguno de sus derivados.

Por recomendación de seguridad, se cambiará la contraseña que trae el sistema operativo de fábrica por uno personalizado, esto como parte de buenas prácticas.

La configuración de la red Wlan, al ser parte importante dentro de los medios de comunicación del SBC véase (2.6.1), se realizará en esta etapa previa conectividad con internet para obtener la última actualización del sistema operativo disponible.

2.11. Pruebas del sistema

En esta etapa se realizarán las pruebas necesarias de los aplicativos de software buscando sus alternativas de software libre, con los que cuente el sistema operativo del SBC, así como el ambiente gráfico disponible con las características necesarias para resolver las necesidades de trabajo para la educación a distancia.

En el caso de que sea requerido algún aplicativo de software o herramienta que no se encuentre en el sistema operativo, se podría verificar la posibilidad de que esta, se pueda agregar, o buscar otra alternativa puede cumplir este requerimiento.

2.12. Pruebas en plataforma educativa

En esta etapa, se realizarán las pruebas necesarias con las plataformas educativas a utilizar en el caso de la educación a distancia para la UACM. Estas pruebas son las que se describen en las tareas a realizar al principio del plan de trabajo.

Esperando que sean capaces de realizar interacciones con los protocolos de red y buscando medir el ancho de banda en estas acciones, ya que todos los sistemas de este tipo son cliente - servidor y parte de sistemas distribuidos, paralelos y con interacción con la nube.

Capítulo 3

Desarrollo del plan de trabajo

En este capítulo, se desarrollara el plan de trabajo.

3.1. El diagrama de desarrollo del plan

En el siguiente diagrama (figura 3.1), presenta el desarrolló del proceso de pruebas utilizando el SBC seleccionado a fin de poner en marcha el funcionamiento de las herramientas en la educación a distancia.

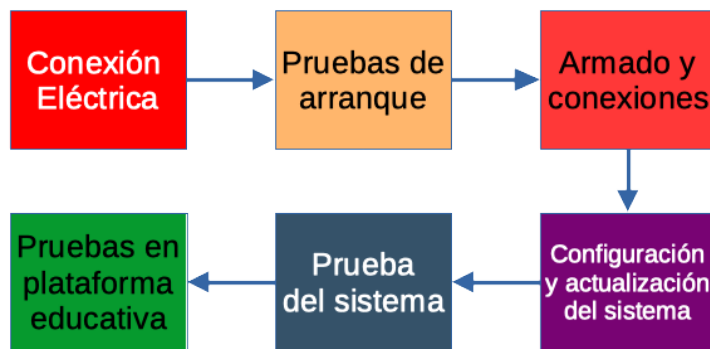


Figura 3.1: Diagrama de bloques del plan de trabajo.

3.2. Diagrama de conexión

En la figura 3.2, se muestra una representación gráfica de las conexiones alámbricas e inalámbricas que tiene el SBC para su funcionamiento y llevar a cabo esta propuesta respecto a la educación a distancia con una conexión de red mediante Wlan.

Se muestran las conexiones de los dispositivos de entradas y salidas del sistema: como lo son el teclado, el ratón y una cámara web mediante el bus de datos por conexión USB, la conexión de salida digital de video y audio al monitor por una conexión HDMI, la interacción con el sistema operativo con la conexión a la memoria mediante el puerto microSD, la conexión inalámbrica a la red mediante una conexión Wlan a internet mediante el canal de 5 Ghz y con una velocidad estable asimétrica de hasta 10 Mbps de descarga de datos y 2 Mbps de carga de datos proporcionada por el proveedor de internet, y por último, la conexión de alimentación eléctrica que le proporcionará el recurso necesario para el desempeño estable al SBC proporcionado por el convertidor de corriente eléctrica que se conecta a la conexión eléctrica en el lugar de pruebas.

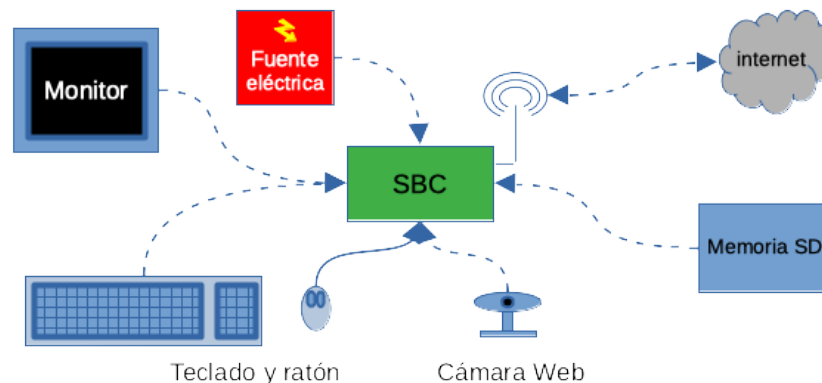
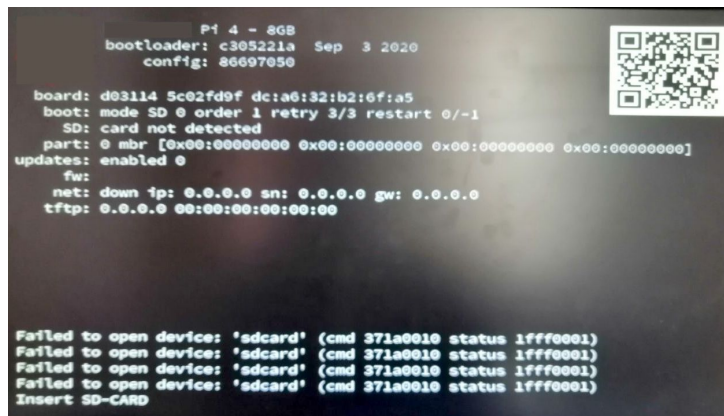


Figura 3.2: Diagrama de conexión del dispositivo y sus periféricos.

3.3. La conexión eléctrica

En esta prueba, se realizan las conexiones necesarias para verificar que el equipo encienda y se comporte adecuadamente, tal como se ilustra en la

figura3.2, en esta prueba sólo se conecta el monitor y la fuente de alimentación para arrojar el mensaje de error que se muestra de la figura 3.3, el cual indica que el sistema de arranque del dispositivo funciona de la manera que la documentación del SBC lo señala.



```
P4 4 - 8GB
bootloader: c305221a Sep 3 2020
config: 86697050

board: d03114 5c02fd9f dc:a6:32:b2:6f:a5
boot: mode SD 0 order 1 retry 3/3 restart 0/-1
SD: card not detected
part: 0 mbr [0x00:00000000 0x00:00000000 0x00:00000000 0x00:00000000]
updates: enabled 0
fw:
net: down ip: 0.0.0.0 sn: 0.0.0.0 gw: 0.0.0.0
tftp: 0.0.0.0 00:00:00:00:00:00

Failed to open device: 'sdcard' (cmd 371a0010 status 1fff0001)
Failed to open device: 'sdcard' (cmd 371a0010 status 1fff0001)
Failed to open device: 'sdcard' (cmd 371a0010 status 1fff0001)
Failed to open device: 'sdcard' (cmd 371a0010 status 1fff0001)
Insert SD-CARD
```

Figura 3.3: Pantalla de error de arranque de dispositivo SBC

En la pantalla de error se describe algunas características del equipo, como son: el modelo, la memoria RAM con la que dispone, la versión y fecha del cargador de arranque del sistema (bootloader) de la SBC, la dirección, Media Access Control (MAC) del dispositivo, y la falta de medio de inicio de arranque como lo es la tarjeta microSD.

De igual manera, se indica la dirección IPv4, máscara de subred y puerta de enlace en ceros, debido a que no cuenta con una conexión ethernet activa, por tratarse de una prueba de arranque; los mismo sucede como los intentos que realiza el dispositivo para acceder a la tarjeta microSD.

Finalmente, se indica que hay que insertar la SD-CARD para que pueda iniciar el equipo.

3.4. Las pruebas de arranque

En esta etapa se debe configurar el medio por el cual el sistema de cargas del SBC accede al sistema operativo seleccionado, que como ya se mencionó, en este caso es Raspbian, que es de uso libre por su licencia GNU/Linux. Este sistema operativo se tiene que precargar y configurar en una tarjeta

microSD, mediante una computadora y un lector de usb a microSD para este propósito.

3.4.1. La configuración del sistema operativo en tarjeta microSD

En este equipo de cómputo, se descargó el software del sistema operativo para el dispositivo, de la página oficial del fabricante, el cual tiene un peso de 2531 Mb. Este software es libre y cuenta con licencia pública GNU, por lo que no se invirtió en el pago de licencias por su uso.

Del mismo modo, se descargó el ejecutable balenaEtcher (figura 3.4), la cual sirve para llevar a cabo el montaje del sistema operativo en la microSD.

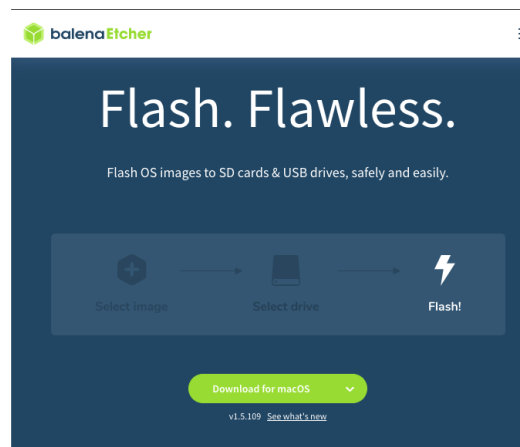


Figura 3.4: Software para montaje de imágenes.

Una vez con el software requerido, se colocaron todos estos archivos dentro de una carpeta para un mejor control.

Se insertó la tarjeta microSD en el lector USB y se conectó a la PC para darle formato con la especificación FAT 32/MS-DOS.

Se ejecutó posteriormente, la aplicación Etcher, que selecciona la imagen del sistema operativo, seguido del medio en el cual será montado (la microSD) para proceder a integrar el sistema operativo en la tarjeta presionando el botón “Flash!” (figura 3.5).

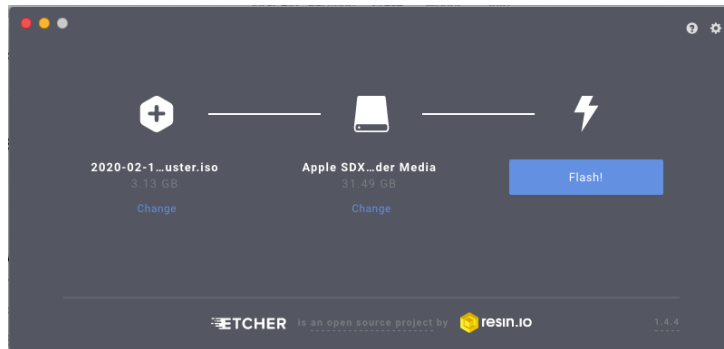


Figura 3.5: Integración de sistema operativo en MicroSD.

Ahora que se tiene el medio de inicio del sistema operativo preparado, éste se inserta en la ranura para microSD que aparece en la parte inferior nuestra SBC.

3.5. El armado y conexiones del dispositivo

Una vez que ya se cuenta con todos los elementos de arranque y los accesorios del SBC, se procedió a probar y ensamblar el dispositivo.

Primeramente, se conectaron el teclado, el mouse y la cámara web a sus correspondientes puertos USB; enseguida se conectó el cable HDMI a la salida de video de la placa y se conectó el otro extremo del cable HDMI al monitor “Dell S2216H”. Este se conectó a la red eléctrica para encenderse. Finalmente, se insertó la tarjeta microSD y se conectó la corriente eléctrica desde el cable de alimentación del dispositivos (figura 3.6).

Cabe destacar que este dispositivo no cuenta con botón de encendido y apagado, así que inicia desde el momento que se conecta el cable de la alimentación eléctrica. En esta prueba se verificó que el dispositivo funcionara correctamente y sin fallas, ya que inmediatamente nos mostró la pantalla de arranque del sistema como se ve en la figura 3.7.

Por último, se insertó el dispositivo en la base plástica de su carcasa, se aseguro con tornillos, se colocaron los disipadores y se cubrió con la tapa de la carcasa figura (3.8).

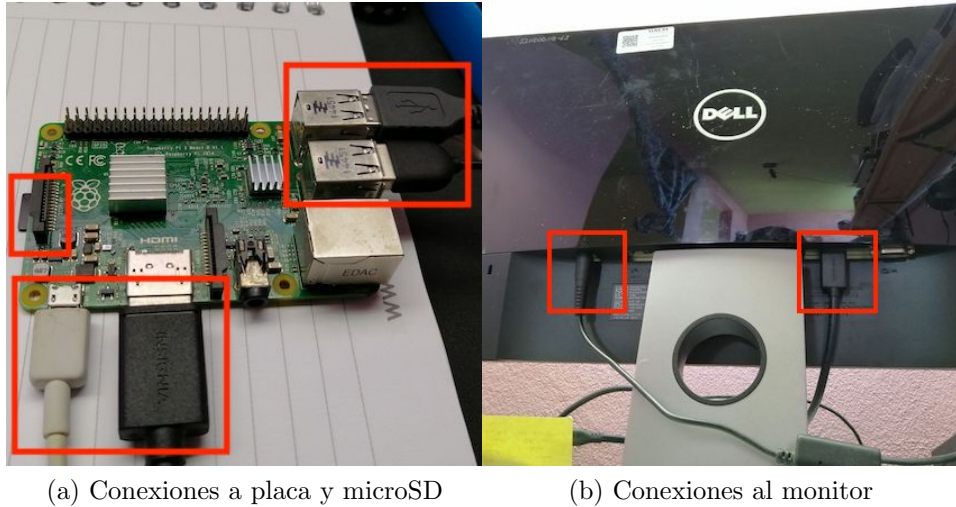


Figura 3.6: Conexiones al dispositivo

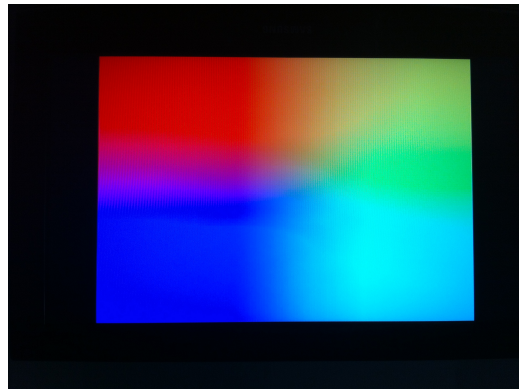
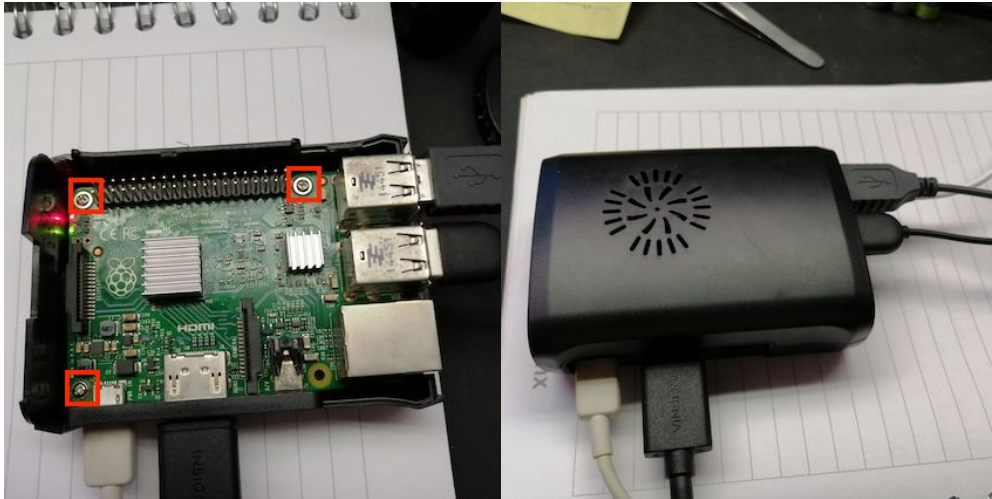


Figura 3.7: Pantalla de inicio

3.6. Las configuraciones y actualización del sistema

Una vez que inició el sistema, se procedió con las configuraciones que se solicitan al inicio, y como única vez, en estas configuraciones se incluye la conexión a internet, que en este caso se realizó a través de una red inalámbrica que se encontró disponible y como se mencionó antes, se utilizó el canal de



(a) Conexiones a placa y microSD

(b) Vista final

Figura 3.8: Ensamble y aseguramiento en carcasa de plástico.

5Ghz para su conexión.

Estas configuraciones se podrían realizar en otro momento mediante línea de comandos, pero en este caso se realizaron desde el inicio para no complicar más el proceso de configuración.

Se presentó una pantalla de bienvenida, seguido de la pantalla de configuración del país, así como el idioma y zona horaria Figura (3.9).



Figura 3.9: Configuración de ubicación geográfica.

Se solicitó el cambio de contraseña, debido a que la que viene por fábrica,

es fácil de adivinar, esta es una recomendación que hace el fabricante con la finalidad de hacer más seguro el sistemas y como medida de buenas prácticas de seguridad informática.

La actualización de la contraseña del usuario, es una operación de suma importancia, pues esto ayuda a evitar el uso inadecuado de nuestro dispositivo por personas no autorizadas. Esta acción es de suma importancia, ya que el SBC se conecta a internet para su operación y actualización (figura 3.10).



Figura 3.10: Cambio de password

De la misma manera, se configuró la conexión Wlan que se encuentra disponible. Esta conexión proporcionó el acceso a internet a través de una conexión WiFi en la banda de 5 Ghz (figura (3.11) aunque este dispositivo se puede conectar a una banda de 2.4 Ghz, ya que cuenta con conectividad de doble banda.

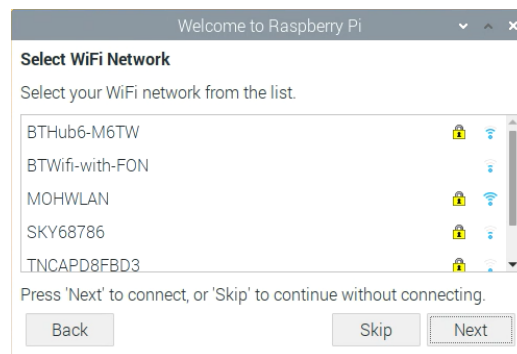
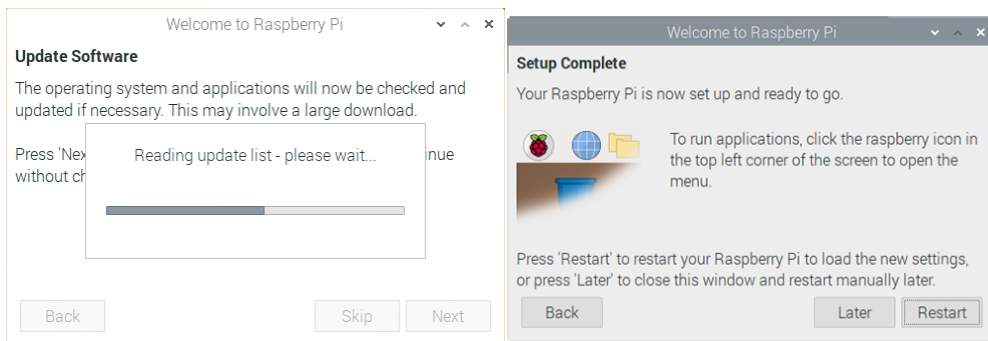


Figura 3.11: Configuración de conexión inalámbrica Wlan

La seguridad que se utilizó para la autenticidad de la conexión Wlan fue WPA2 AES,TKIP esta característica es parte del estándar IEEE 802.11n, la cual en esta conexión ofrecio una velocidad de 165 Mbps simétricos, aunque el ancho de banda de conexión a internet es solo de 10 Mbps de descarga de datos y 2 Mbps de carga.

Seguidamente, se solicitó la actualización del sistema operativo, con la descarga de los últimos paquetes y librerías disponibles para el sistema, haciéndolo más estable y eliminando los posibles errores (Bugs) que pudiera tener la distribución del sistema operativo. Este proceso fue un poco tardado por la velocidad de la conexión de 10 Mbps con la que contaba. Por último, se reinició el sistema para que las configuraciones se concretaran (figura 3.12).



(a) Actualización del sistema

(b) Reinicio del sistema

Figura 3.12: Actualización del sistema operativo, paquetería y reinicio del dispositivo.

3.7. Las pruebas del sistema operativo

El sistema se actualizó e inició correctamente, se tuvo la conectividad a internet y se revisaron las aplicaciones que vienen integradas en el sistema operativo y que se utilizaron para las pruebas que se llevaron a cabo en el SBC, para la utilización en la educación a distancia.

De estas herramientas, se destacaron las siguientes por sus funciones:

3.7.1. Herramienta de visualización de documentos y búsqueda de información

La visualización de documentos y la búsqueda de información es una de las principales necesidades que se requieren en lo referente a la interacción con medios de comunicación. En el caso de la educación a distancia, no es diferente, por lo que se requiere el uso de una herramienta de software que pueda realizar este tipo de trabajos y que además esté actualizado con los estándares de seguridad y compatibilidad que están disponibles en el momento de escribir este trabajo de tesis. Por tal motivo, se utilizó el navegador web Chromium version 89.0.4389.114; la distribución de este navegador es libre y viene como precargado dentro de la paquetería del sistema operativo que se utilizó. Esto proporcionó toda la funcionalidad necesaria para realizar las diferentes pruebas de búsqueda de información y navegación necesarias requeridas para las actividades de la educación a distancia.

En lo referente a visualización de documentos con otros formatos digitales como los son PDF, el programa utilizado fue qpdfview en su versión 0.4.17.99. Este presentó todas las funcionalidades necesarias en el tratamiento y visualización de este formato de documentos, recordando que el software es de licencia libre y puede ser utilizado sin problemas de su uso. (figura 3.13).

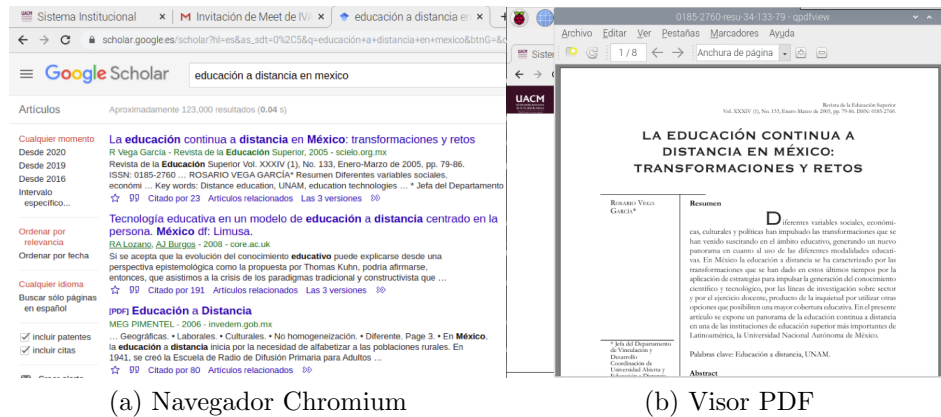


Figura 3.13: Navegador web y visor de documentos.

3.7.2. Herramienta de creación y edición de documentos

Entre las herramientas que se usaron para las pruebas en la tarea de creación y edición de documentos, para la creación de textos escritos, hojas de cálculo, presentaciones, diagramas, etcétera, se utilizó el software libre Office en su versión 6.1.5.2, que también viene preinstalada en el sistema operativo y que es de licencia de código abierto, Licencia pública de Mozilla v2.0 (MPLv2) y que tiene una alta compatibilidad con documentos en múltiples formatos que pueden ser de uso libre, así como de licencia propietaria (figura 3.14).

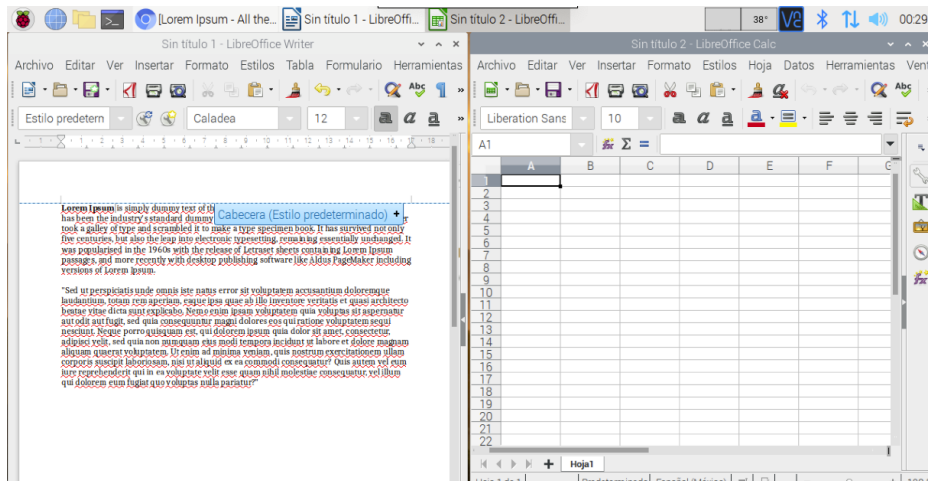


Figura 3.14: Paquetería Libreoffice, procesador de texto y hoja de cálculo.

3.7.3. Herramienta del entorno de trabajo y gestor de archivos

Es importante de mencionar, es que la interacción con el sistema operativo que se nos proporciona de fábrica, es un sistema operativo gráfico muy parecido al sistema de ventanas de licencia privada, el cual ofreció un menú de aplicaciones y herramientas, así como de menús para la configuración del mismo en sus distintos paneles, que cuenta con su propio gestor de archivos y tareas, que en este caso, son el pdmanfm 1.3.1 y LKTask 0.1.9. Este gestor de tareas es usado en ambientes gráfico LXDE y también es de licencia libre. (figura 3.15).

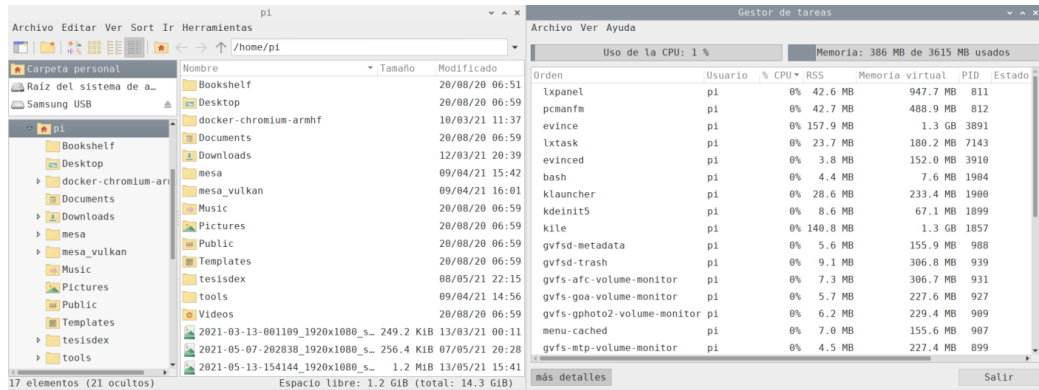


Figura 3.15: Gestor de tareas y archivos.

3.7.4. Otras herramientas informaticas

Las herramientas que se encontraron en la distribución, son las que se nombraran por categoría.

Programación

- Kikad, para la generación de esquemas eléctricos.
- Mathematica, destinado al uso de cálculo matemático.
- Scratch 3, lenguaje de programación destinado a la enseñanza.
- Sensor Hat Emulator, programa de emulación de aplicaciones de la tarjeta SCB.
- Thonny Phytion IDE, Programa ligero para el lenguaje de programación Phytion.

Educación

- GNU Octave, Es un lenguaje de alto nivel diseñado para cálculo numérico y compatible con Matlab.
- SmartSim, programa para el diseño y simulación de circuitos lógicos.

Oficina

- Libre Office, Suit de programas ofimática, compatible con programas comerciales.
- Evince, programa para la visualización de documentos en formato PDF.

Internet

- Chromium, Navegador Web con codificación actual para uso de internet.
- Firefox, Navegador Web actual para uso de internet.

Gráficos

- ImageMagic, programa para la edición y manipulación de imágenes en los formatos más populares.
- Visor de imágenes, programa para la visualización de múltiples formatos de imagen.

3.8. Las pruebas en plataforma educativa

Para la realización en estas pruebas, como la lectura del correo institucional que proporciona la UACM, así como acceso a la herramienta Moodle y Classroom de la universidad, fueron desde el navegador web, ya que este proporcionó el medio por el cual se podía hacer la creación y edición de documentos en línea, así como la asistencia a videoconferencias en Meet.

3.8.1. El acceso a correo institucional

El acceso al correo institucional se puede hacer por dos medios; el primero, es utilizando el navegador web y el segundo, configurando el cliente de correo que tiene instalado el sistema operativo. Pero por cuestiones de practicidad se utilizó el primero, ya que resultó ser la manera más rápida de poder acceder a este para revisarlo, así como enviar y recibir correos (figura 3.16).

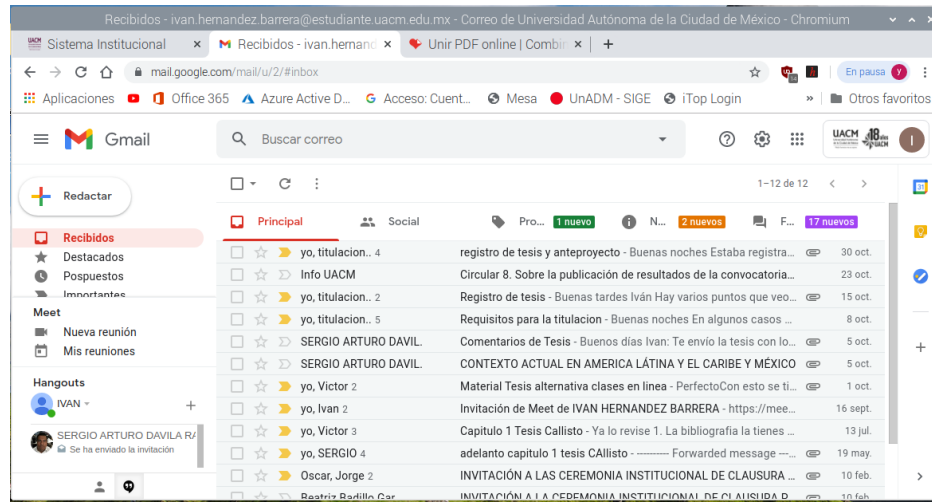
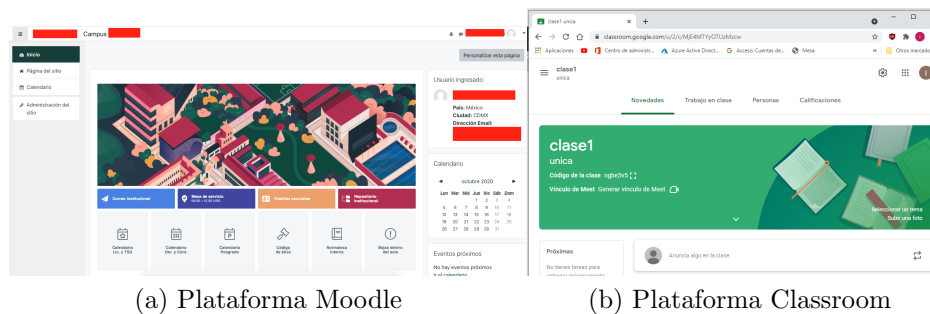


Figura 3.16: Acceso a correo institucional

3.8.2. El acceso a Moodle y Classroom

Moodle y Classroom son las plataformas que, si bien no se profundiza en sus características por no ser relevantes en este trabajo de tesis, sí se menciona que son las plataformas que en cierta medida se utilizan en la educación a distancia. En el caso de la UACM, se están utilizando para la impartición de clases a distancia, a la que se accedió mediante el uso del navegador web (figura 3.17).



(a) Plataforma Moodle

(b) Plataforma Classroom

Figura 3.17: Acceso a las plataformas Moodle y Classroom.

3.8.3. La creación y edición de documentos en línea

Se probaron las herramientas con las que cuenta la “suite” que están integradas al acceso del correo institucional, así mismo se probó la creación y edición de documentos con esta herramienta. También se probó la creación de documentos con herramientas en línea como las que ofrece una cuenta gratuita de Outlook (figura 3.18).

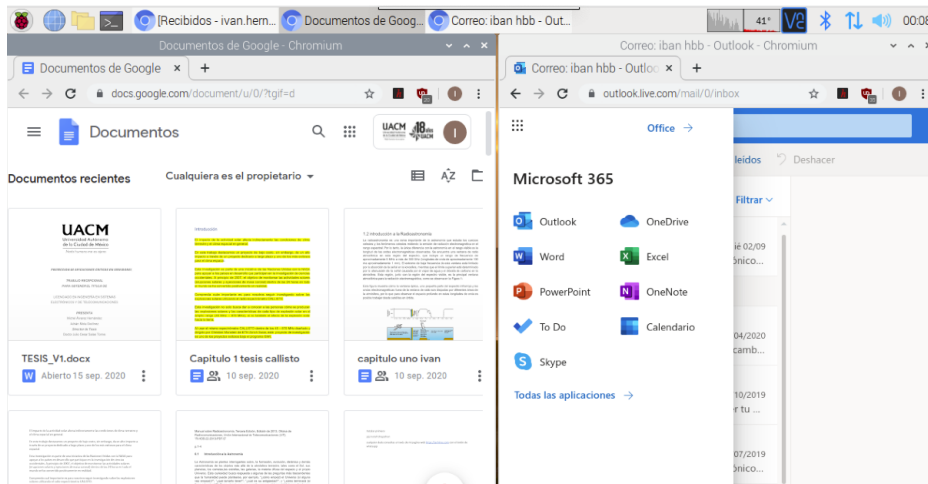


Figura 3.18: Edición de documentos con herramientas en línea.

3.8.4. Pruebas en la participación en videoconferencias

Estas se realizaron desde el navegador web Chromium, con acceso al correo institucional utilizando la plataforma Meet que la UACM tiene contratada. Para ello, se requirió el uso de la cámara web que ya se tenía conectada en la configuración del sistema, así como la correcta configuración de audio desde las propiedades del navegador web, ya que este no se configuró correctamente al conectar la cámara en un inicio (figura 3.19).

3.9. El cambio de equipo SBC

Hubo la posibilidad de cambiar el equipo SBC que se usó inicialmente para el desarrollo de este trabajo de tesis, por una versión más reciente, inicialmente se hicieron todas estas configuraciones y pruebas con una versión

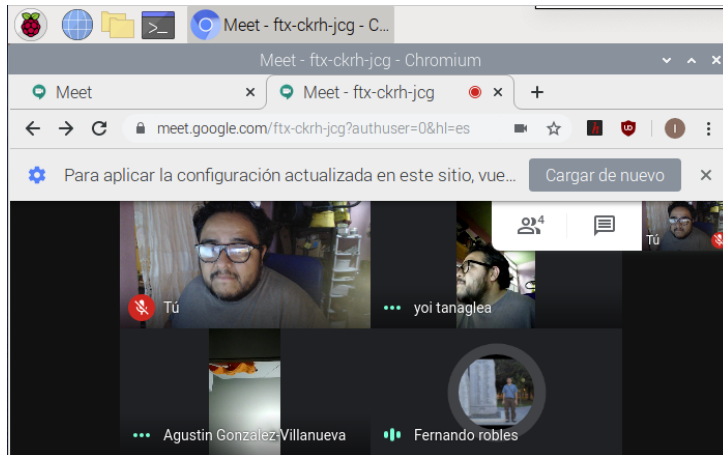


Figura 3.19: Videoconferencia Web.

3 de 2016 del SBC tipo Pi y se realizaron las mismas configuraciones y pruebas con una versión 4 de 2018 con 8 Gb de Ram del SBC tipo Pi, con la finalidad de ver sus respuestas y compararlas en ventaja y desventajas con la versión 3 (figura 3.20).

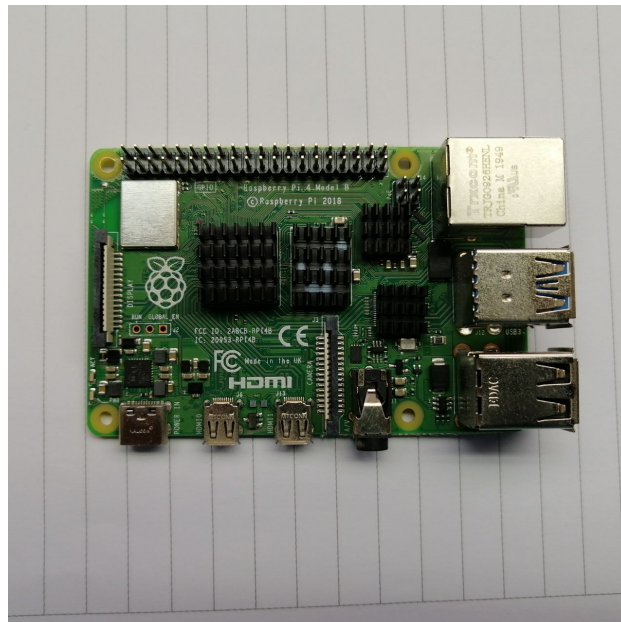


Figura 3.20: Dispositivos SBC tipo Pi4 modelo 2018.

3.9.1. La configuración, pruebas y armado de equipo

La configuración de la tarjeta microSD y las pruebas de inicio así como el armado, se realizaron de la misma manera descrita con anterioridad, solo que ahora se realizaron unas ligeras modificaciones a la carcasa de plástico de la versión Pi 4 modelo 2018, a la cual se agregó un ventilador mecánico para evitar problemas de calentamiento (figura 3.21).

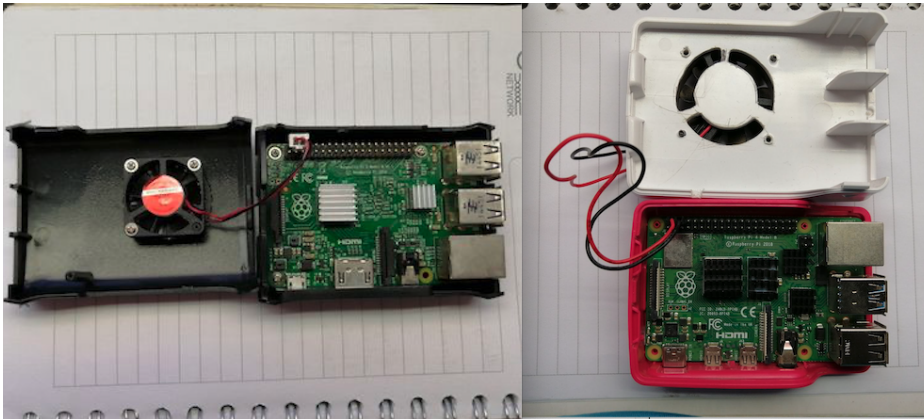


Figura 3.21: Comparativa entre SBC tipo Pi v3 modelo 2016 y v4 modelo 2018.

3.9.2. La actualización y configuración del sistema a 64 bits

La actualización de los programas precargados se realizaron en dos etapas, pues se observó que solo se estaba ocupando poco menos de 4Gb de memoria RAM en su utilización. Esto debido a que en la primera etapa, el sistema operativo que se instaló es una versión de 32 Bits para la arquitectura del procesador utilizado en el SBC tipo Pi versión 3 y que cuenta tan solo con 1 Gb de memoria RAM. Ante esta circunstancia, en la segunda etapa se actualizó el kernel (núcleo) a una versión de 64 Bits para el SBC tipo Pi versión 4 y se actualizaron de nueva cuenta, los programas que estaban precargados, esto se verificó claramente al usar el navegador web abriendo múltiples ventanas y realizando tareas que requerían más memoria RAM, como la edición de imágenes y videoconferencias con mayor resolución.

3.10. Las pruebas de uso

Esta alternativa de equipo de cómputo para la educación a distancia se probó con un estudiante de nivel secundaria, el cual necesitaba un medio tecnológico para poder atender sus clases a distancia impartidas por su escuela.

A este usuario, se le proporcionaron tanto el dispositivo como instrucciones verbales para el uso de esta alternativa así como los accesorios necesarios que la componen para ejecutar correctamente sus actividades: un teclado, un ratón, una cámara web, un cable de conexión HDMI y cargador de energía, ya que él usuario contaba con una pantalla que admitía entradas HDMI y contaba con acceso a internet en su domicilio (figura 3.22).

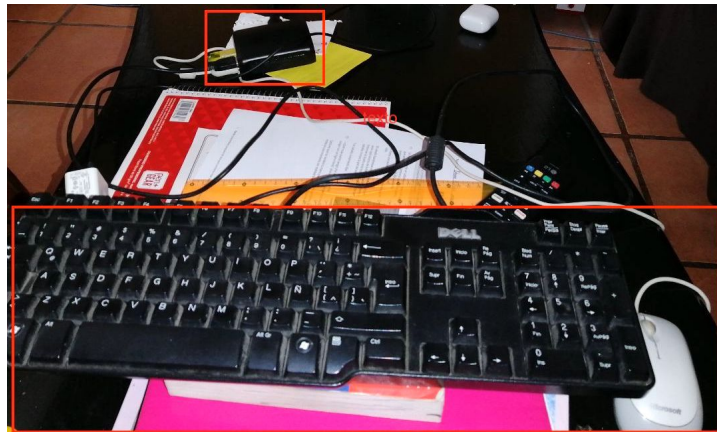


Figura 3.22: Muestra de la alternativa proporcionada al alumnos y conectado al SBC tipo Pi v3.

Se le instruyó al usuario cómo se pudiera conectar el dispositivo a la pantalla, los accesorios y también como configurar la conexión a internet que se encontraba en su domicilio para de esta manera, atender sus clases a distancia. Adicionalmente, se le proporcionaron todas las claves y accesos para que pudiera agregar o quitar los programas que no requería (figura 3.23 y 3.24).

Asimismo, se le comenta al usuario la posibilidad de conectar dispositivos USB al equipo, como son memorias o unidades de almacenamiento. Esto, con el propósito de guardar sus trabajos o hacerlo en línea a medida que los genere, y que dicha información quede respaldada.



Figura 3.23: Las conexiones al SBC

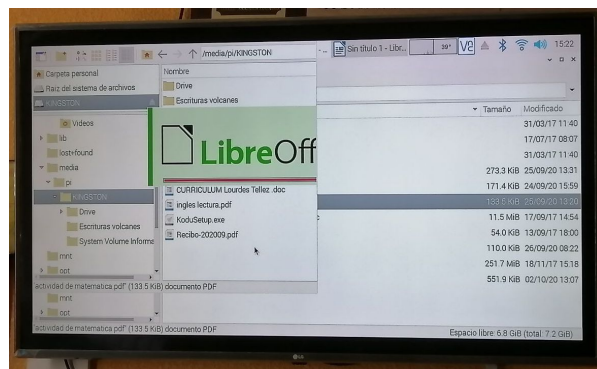


Figura 3.24: Pruebas con herramientas en línea

3.10.1. La aparición de un problema después de un tiempo de uso

Seis meses de que se proporciono al usuario el equipo referido, se presento un problema de arranque, el usuario comentó que de pronto el equipo no arrancó como lo estaba haciendo, por lo que hubo la necesidad de revisar el equipo, el cual presentó la falla que se aprecia en la figura 3.25.

Seguidamente se le preguntó, que había sucedido antes de presentar el problema, y comentó que el sistema operativo le mostraron aviso de que existían actualizaciones de algunos programas, a lo que el usuario accedió a estas actualizaciones y se retiró del lugar donde se encontraba el SBC, ya que debido a la velocidad de conexión, esto tardará algunos minutos.

Posteriormente se le preguntó, si tuvo algún problema con la conexión de internet o la conexión eléctrica y comentó que sí, que cuando se encontraba en la sala de su casa se fue momentáneamente la luz y que cuando regresó a su habitación ya presentaba esta pantalla.

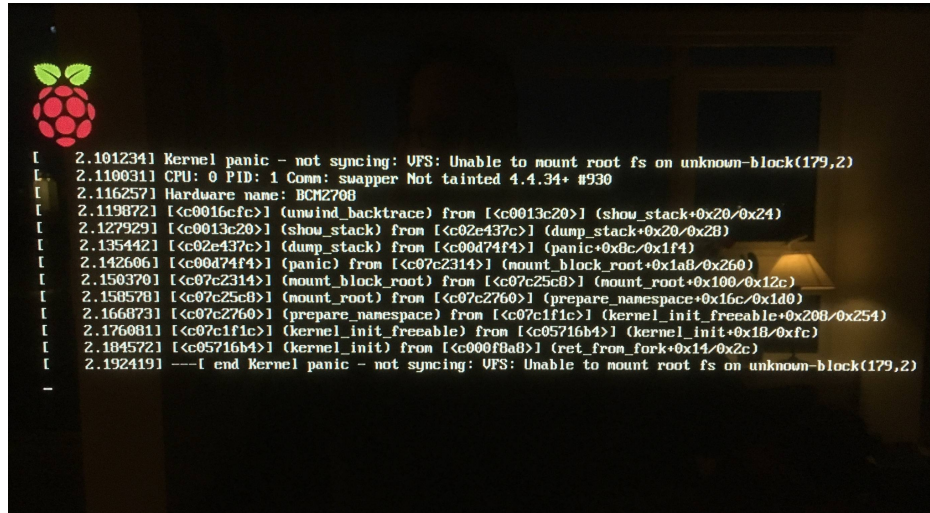


Figura 3.25: La pantalla de error del sistema.

Este problema se resolvió, reinstalando el sistema operativo en la tarjeta microSD con la versión más actual del sistema operativo, y configurando de nuevo la conexión de red inalámbrica y todos los detalles necesarios para su funcionamiento, tal y como lo requiere en el sistema, según la explicación dada con anterioridad en este capítulo.

El uso intensivo, en medios de almacenamientos como las tarjetas SD, pueden producir errores y presentar fallos en el arranque del sistema, pero reinstalando el sistema operativo se soluciona este problema, y el usuario pudo continuar con sus actividades de educación a distancia.

Capítulo 4

Análisis de resultados

En este capítulo, se analizan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en el capitulo anterior. Se encontraron algunos resultados que no fueron considerados en la planeación del trabajo de tesis desde un principio. El análisis de resultados en las diferentes etapas del desarrollo del prototipo se dará a continuación, utilizando para ello tablas coparativas con lo esperado, los resultados, las concordancia y las no concordancias.

4.1. Pruebas de conectividad eléctrica

En la sección (3.3) del capítulo anterior, se observan las características técnicas proporcionadas por el dispositivo, ya que éstas indican el estado inicial del dispositivo en modo de arranque, con el cual se verifica el estado del dispositivo SBC.

En la tabla 4.1 se muestran los resultados obtenidos en la prueba de la conexión eléctrica. En ella se constata dicha y, con el símbolo de la palomita, se señala las coincidencias de los resultados con lo esperado. En el encendido y apagado del dispositivo, se presentó una cruz como marca de fallo, como se aprecia en el quinto renglón. Esto debido a el diseño del SBC seleccionado no cuenta con este accesorio, se corrigió este fallo colocando un apagador en el alimentador de energía.

Lo esperado	Los resultados	Estado
Enciende adecuadamente el equipo	Encendió el equipo adecuadamente	✓
Muestra el estado del dispositivo	Mostró el estado del dispositivo y sus detalles	✓
Muestra algún mensaje de error	Mostró en pantalla un mensaje de error con información del equipo	✓
Tiene indicador de encendido o actividad	Cuenta con diodos led que indican si está encendido y en funcionamiento	✓
Tiene botón de encendido y apagado	No cuenta con botón de encendido, se enciende al conectarlo a la corriente eléctrica mediante un apagador	✗
Cuenta con conexión eléctrica	Se utiliza un convertidor de energía eléctrica para alimentarlo	✓
Cuenta de conexión de video	Tiene conexión digital de salida de video HDMI y video análogo compuesto	✓

Cuadro 4.1: Tabla comparativa de la conexión eléctrica

4.2. Pruebas de instalación del sistema operativo

En la tabla 4.2, se identifica la instalación del sistema operativo. El dispositivo no cuenta con medio de almacenamiento interno, por lo que se utilizó un medio de instalación externo como se identifica en el primer renglón. Se eligió un sistema operativo de software libre. Se mostró que el sistema cuenta con entorno gráfico amigable. El sistema operativo se configuró fácilmente. No existe en esta versión, la instalación automática. Se utilizó la asistencia de instalación que proporciona el fabricante como se registra en el último renglón de la tabla.

Lo esperado	Los resultados	Estado
Contar con medio de instalación interno	El medio de instalación de sistema operativo es externo	✗
Instalar Sistemas operativos con licencia libre	Los sistemas operativos que se pueden utilizar son de licencia libre	✓
Cuenta con entorno gráfico	El sistema operativo seleccionado es un entorno gráfico	✓
Tener entorno amigable	El entorno es amigable con el usuario	✓
Fácil configuración para el usuario	la instalación es fácil para el usuario	✓
Aplicación automática en la instalación del sistema operativo	El sistema operativo se instaló de manera asistida por otro software	✗

Cuadro 4.2: Tabla comparativa de la instalación del sistema operativo

4.3. Armado y periféricos

En la siguiente tabla (4.3) se puede apreciar el armado y las conexiones necesarias para el funcionamiento del SBC. Se aplicó un proceso de armado específico, ya el SBC cuenta con las entradas y salidas necesarias para las conexiones de los periféricos de que dispone. Se tiene una conexión adecuada para el medio de arranque y cuenta con las funciones básicas de una computadora. El dispositivo, al tener límites de operación en temperatura, se acopló un sistema de ventilación, puesto que este no cuenta con un sistema de ventilación de fábrica. El ventilador se tuvo que agregar de manera externa y muestra la temperatura de manera gráfica para evitar sobrecalentamientos mayores a 75°C.

Lo esperado	Los resultados	Estado
Cuenta con una conexión específica para el medio de arranque	Cuenta con una entrada microSD para el medio de arranque	✓
Cuenta con entradas o salidas suficientes para la conexión de sus periféricos	El SBC cuenta con entradas y salidas suficientes para conectar los periféricos necesarios en este desarrollo	✓
El SBC cuenta con todas las funcionalidades de una computadora convencional	Solo cuenta con las funcionalidades básicas de una computadora	✓
Se tiene que seguir un proceso de ensamblado específico	Este dispositivo cuentan con un proceso de ensamblado específico	✓
El SBC tiene límites de temperatura de operación	El sistema tiene límites máximos y mínimos de operación	✓
Disposición de medios de ventilación o disipación de temperatura	No dispone con sistemas de ventilación instalados de fábrica, por lo que se tuvo que incorporar ventilación	✗
Que se muestre de manera gráfica la temperatura de operación	Se mostró la temperatura de operación	✓

Cuadro 4.3: Tabla comparativa del armado y conexiones al dispositivo SBC

4.4. Configuración y actualización del dispositivo

En la tabla (4.4), a continuación, se representan la comparativa entre de los resultados del sistema, el cual es configurable y actualizable, se puede generar una contraseña de arranque para el sistema, los programas utilizados son de código abierto, la antena de radio puede conectarse a la red WLAN con una buena ganancia tanto en a banda de 2.4 GHz como en la banda de

5.0 GHz y con encriptación en su conexión. La antena no es modificable por encontrarse grabada en el PCB de la tarjeta del SBC.

Lo esperado	Los resultados	Estado
El sistema es configurable	El sistema es configurable una vez iniciado	✓
Contar con actualizaciones el sistema operativo	El sistema cuenta con actualizaciones una vez instalado	✓
Tiener la posibilidad de implementar contraseña al inicio del sistema	Se puede modificar la contraseña de inicio del sistema	✓
Poder configurar la conexión WLAN	Es configurable la conexión WLAN cuando se inicia el sistema	✓
Cuentar con múltiples bandas de conexión	El sistema se puede conectar a la banda de 2.4 GHz y 5.0 GHz	✓
La antena de radio sea modificable como en otros dispositivos	La antena de comunicación está grabada sobre la placa fenólica PCB del dispositivo	✗
La antena de radio tenga el tamaño discreto en el dispositivo	La antena de radio es de apenas 6 mm alto x 12 mm de ancho y es tipo niche	✓
Antena eficiente	Cuenta con una eficiencia de -0.6 dB en 2.4 GHz -3.6 dB en 5.0 GHz	✓
Cuentar con encriptación la comunicación WLAN	Cuenta con estándar de encriptación WPA2 en WIFI	✓

Cuadro 4.4: Tabla comparativa de la configuración y actualización del sistema del SBC

4.5. Sistema operativo

En la tabla 4.5, se muestra la comparativa encontrada en las pruebas del sistema operativo y los programas que lo integran. Estos son actualizables y de código abierto, con la posibilidad de añadir más programas en caso de ser necesario. Los programas preinstalados cumplen con la necesidad que requiere la educación a distancia y los programas instalados son compatibles con otros similares que se pueden encontrar en el mercado.

Lo esperado	Los resultados	Estado
Actualización de los programas del sistema operativo	Conta con actualizaciones disponibles de los programas del sistema operativo	✓
Los programas utilizados sean de código abierto	Los programas preinstalados son de código abierto y licencia GNU-Linux	✓
Los programas permitan realizar las tareas respecto a la educación a distancia	Los programas preinstalados en el sistema pueden cumplir con las tareas de la educación a distancia	✓
Permitan agregar más programas a este sistema	Es posible agregar más programas al sistema a través de repositorios	✓
Los programas y aplicaciones sean compatibles con otros en el mercado	Los programas utilizados en el sistema son compatibles con otros similares	✓

Cuadro 4.5: Tabla comparativa del sistema operativo

4.6. Tratamiento de información.

En la tabla 4.6 que se aprecia a continuación, se muestran las aplicaciones necesarias para la visualización, creación y edición de documentos, con aplicaciones para la búsqueda de información así como navegador web, con las últimas actualizaciones disponibles para el sistema; también se cuenta con entorno gráfico y es software libre.

Lo esperado	Los resultados	Estado
Contar con aplicaciones para la búsqueda de información	Se dispuso de diferentes herramientas para la búsqueda de información	✓
Contar con navegador web actualizado	Se contó con diferentes aplicaciones de navegación web	✓
Disponer con aplicaciones para la visualización de documentos	El sistema operativo cuenta con aplicaciones para la visualización de documentos	✓
Contar con aplicaciones y edición de documentos	Se tienen aplicaciones y herramientas para la creación y edición de documentos	✓
Probar entorno gráfico de software libre	El entorno gráfico utilizado es LXDE y es software libre	✓

Cuadro 4.6: Tabla comparativa de la visualización, creación, edición de documentos y búsqueda de información.

4.7. Uso de plataformas educativas

En la tabla (4.7), se encuentra la comparativa del sistema en las pruebas realizadas a las plataformas educativas, si se coincidía con las herramientas

necesarias para su interacción, se podría agregar o mejorar estas herramientas, si contaba con accesos suficientes para estas tareas y si tenía la capacidad para la interacción con videoconferencias y los recursos necesarios de hardware y software así como los anchos de banda usados para esta tarea.

Lo esperado	Los resultados	Estado
Disponer de herramienta para la interacción de la educación en línea	El sistema cuenta con las herramientas necesarias para la interacción en línea	✓
Añadir mejoras	El sistema operativo y los programas instalados se pueden mejorar para el uso de las herramientas educativas	✓
Contar con accesos suficientes para la comunicación con plataformas educativas conocidas como Classroom o Moodle	si cuentas con las características necesarias para la comunicación con estas plataformas	✓
Contar con capacidad suficiente para la aplicación de videoconferencias	Cuenta con los recursos necesarios para la interacción con las videoconferencias	✓
El consumo de recursos del equipo sea adecuado para el uso de las plataformas educativas	Las características de hardware y software son suficientes para la interacción con las plataformas educativas	✓
Los detalles en hardware y ancho de banda sean adecuados para estas tareas	Se registró un máximo 78% de CPU mononúcleo, 998 MB en memoria y 1480 Kbps de ancho de banda en tareas complejas como la transmisión de video en videoconferencia.	✓

Cuadro 4.7: Tabla comparativa del uso de plataformas educativas

4.8. Procesamiento en línea

En la tabla 4.8 que se observa a continuación, se creará y editará el procesamiento de documentos en línea, los cuales serán inspeccionados, analizados y probados con sus versiones locales, lo cual se constatará en el procesamiento de documentos en línea, utilizando aplicaciones preinstaladas con lo cual serán comparados con los documentos creados de manera fuera de línea.

4.9. Analisis del uso de la red

Para determinar el ancho de banda disponible desde la conexión de red y el ancho de banda utilizado, se emplearon dos herramientas de software.

SpeedTest-cli, esta aplicación por línea de comandos; probó la velocidad del ancho de banda disponible en la conexión, esta herramienta comprobó que

Lo esperado	Los resultados	Estado
Se emplearán aplicaciones preinstaladas para el procesamiento de documentos en línea	Se emplearon aplicaciones preinstaladas para el procesamiento de documentos en línea	✓
Inspeccionar la creación de documentos en línea	Se inspeccionó la creación de documentos en línea	✓
Probar el uso de correo electrónico con programas en línea	Se probó la uso de correo electrónico con programas en línea	✓
Comparar documentos creados en línea con los creados de manera local	Se compararon los documentos creados con los documentos creados en línea y en de manera local	✓
Analizar las diferencias entre versiones de documentos creados en línea y de manera local	Se analizaron las versiones de documentos creados en línea y de manera local	✓
Constatar la visualización de información en documentos en línea	Se constató la visualización de información en documentos en línea	✓

Cuadro 4.8: Tabla comparativa de las herramientas de procesamiento en línea

la velocidad de carga y descarga de la conexión disponible en este instante es de 320 kbps y 1980 kbps respectivamente.

IfTop, aplicación en línea de comandos, monitorea la utilización de la red, ancho de banda utilizado y las conexiones establecida en el equipo.

Se comprobó, que los anchos de banda utilizados, el monitoreo de las aplicaciones utilizadas, estos se apegan a lo ya establecido por el promovedor del servicio para las videoconferencias, que en este caso se utilizaron las herramientas disponibles en la cuenta de correo institucional como lo es Meet de Google.

4.10. Experiencia de uso con el usuario

Se probó la utilización del sistema propuesto y desarrollado, por un usuario con conocimiento básico de computación, como se muestra en la tabla 4.9a continuación. El usuario probó el equipo, lo conectarlo a la red inalámbrica en su domicilio, realizó el procesamiento de documentos electrónicos de manera local, accedió a los recursos en línea a los cuales tuvo permisos, procesó información de documentos en línea, participó en las actividades educativas en línea que se le solicitaron, examinó las herramientas preinstaladas que se tenían en el sistema, probó y participó en actividades con videoconferencias.

Lo esperado	Los resultados	Estado
Probar el equipo por parte del usuario	Probo el equipo por parte del usuario	✓
Conectar el equipo de manera inalámbrica a una red disponible	El usuario conectó el equipo a la red inalámbrica de su domicilio	✓
Realizar el procesamiento de documentos electrónicos de manera local	El usuario realizó el procesamiento de documentos electrónicos de manera local	✓
Acceder a recursos en línea a su disposición	El usuario accedió a los recursos en línea a los cuales tenía permiso	✓
Participar en actividades educativas en línea	El usuario participó en las actividades educativas en línea que se le solicitaron	✓
Examinar las herramientas preinstaladas que se tenía en el sistema	El usuario examinar las herramientas preinstaladas que se tenía en el sistema	✓
Probar actividades en videoconferencias	El usuario probó y participó en actividades con videoconferencias	✓

Cuadro 4.9: Tabla comparativa en las pruebas de uso por la experiencia del usuario

4.11. Costos

Los costos que se mostraron en la tabla 2.4 del capítulo 2, en el cual se revisaron las características en hardware y software; se compararon y se eligió el equipo SBC tipo Pi para el desarrollo de esta alternativa. Se agregaron otros costos como la memoria MicroSD de 32Gb y un cable de conexión de video micro-HDMI a HDMI, lo cual sumo un total de 2,500 pesos mexicanos.

A partir de los costos vistos en la tabla 2.4, se observa que el costo del equipo seleccionado, es de solo la mitad en relación con el mas caro, y 1.5 veces más caro en relación al más barato.

Conclusiones

Partiendo del problema planteado, se propuso el desarrollo del dispositivo de bajo costo, con la idea de que se pudiera cumplir con las tareas de educación a distancia utilizando el SBC. Se cumplió con las expectativas y que , como todas las soluciones en las que intervienen sistemas computacionales, éstos pueden tener fallas, ya sean por el manejo inadecuado por parte del usuarios o bien , los servicios con los cuales se comunica. El desarrollo de esta alternativa es económicamente accesible para la mayoría de usuarios, como los son en este caso los estudiantes de la UACM. Su uso se recomienda en caso de que los equipos convencionales escaseen y aumenten los precios.

Debido a una falla que se presentó por una actualización inconclusa del sistema operativo, por la falta de suministro eléctrico que generó un error en el equipo y que se solucionó regresándolo a su estado anterior. Para ello, se utilizaron las herramientas y documentación proporcionada por el fabricante. Es recomendable prevenir el respaldos de información, así como la creación de un manual en el que explique las soluciones ante este tipo de problemas. Es altamente recomendable llevar a cabo una comprobación del dispositivo antes de su puesta en marcha, para tener de llevar a cabo las actividades de educación a distancia.

Asimismo, se es recomendable utilizar un sistema operativo de 64 bits en las versiones más actuales del SBC, ya que éste le permite utilizar todas las características que lo componen.

En cuanto a la instalación del sistema operativo en el medio de arranque (3.4) del capítulo 3, el proceso, aunque pareciera simple, puede llegar a ser bastante complejo si se analizan con detalle todos los componentes del mismo. Este tema podría tratarse en otro trabajo para profundizar.

En lo relativo al análisis de costos visto en el capítulo anterior, a partir de la comparativa observamos que el costo del dispositivo seleccionado, es de

sólo la mitad en relación con el más caro, y 1.5 veces más caro en relación con el más barato. Esta información deberá tomarse en cuenta por parte del usuario al momento de hacer la elección. otros factores que se estimaron para la selección del dispositivo, hay que asegurarse de que cumple con las características necesarias para el trabajo que va a desempeñar, la calidad del producto y el soporte con el que se puede contar por parte del fabricante o desarrollador, considerando no hacer una selección muy ajustada, ya que esto pudiera limitar el uso del mismo en el futuro.

Es importante considerar un análisis de costo-beneficio considerando los aspectos técnicos de los distintos dispositivos que se mostraron en la tabla 2.4 el cual, no fue un objetivo del presente trabajo de tesis.

Se concluye que, la selección de equipos o dispositivos SBC que se encuentra disponible en el mercado, ha sido la elección adecuada para los fines de este trabajo de tesis y como parte del desarrollo de una alternativa para el problema de la educación a distancia. Por lo tanto, se recomienda la utilización de este tipo de equipos para solucionar problemáticas como la aquí expuesta, ya que ayuda a optimizar muchos procesos por las funcionalidades que ofrece. De la misma manera, si se profundiza en el análisis de dichos equipos y en su reutilización para otros propósitos, como la utilización de driver de tarjetas gráficas o la reutilización de sus puertos como el PCIe, a fin de desarrollar nuevas tecnologías.

En el caso de un estudiante de la UACM, la utilización de un SBC tipo Pi como el utilizado en este trabajo, representaría una solución económica para las necesidades que actualmente presentan la educación, creación de proyectos, herramientas de monitoreo o lo que decida hacer por su versatilidad.

En mi caso esta tesis fue creada y procesada en su totalidad con \LaTeX en un equipo SBC tipo PI, demostrando que su funcionalidad es buena.

Bibliografía

- [1] Navarrete-Cazales, Z., y Manzanilla-Granados, H. M. (2017). Panorama de la educación a distancia en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 13(1), 65-82.
- [2] Almenara, J. C. (2015). Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (1).
- [3] SEP. (2014) “Instituciones de Educación Superior”, en Subsecretaría de Educación Superior. Recuperado de <http://www.ses.sep.gob.mx/instituciones-de-educacion-superior>
- [4] Barraza, L. M. L. (2017). Políticas educativas para el uso de TIC en la enseñanza: inclusión de flipped classroom. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 5(10), 7-12.
- [5] Amador Bautista, R. (2010). Modelos de redes de educación superior a distancia en México. *Sinéctica*, (34), 1-13 México.
- [6] Berrocoso, J. V., Arroyo, M. D. C. G., y Díaz, M. J. S. (2010). Políticas educativas para la integración de las TIC en Extremadura y sus efectos sobre la innovación didáctica y el proceso enseñanza-aprendizaje: la percepción del profesorado. *Revista de educación*, 352, 99-124.
- [7] Barraza, L. M. L. (2017). Políticas educativas para el uso de TIC en la enseñanza: inclusión de flipped classroom. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 5(10), 7-12
- [8] Chimbo Rodríguez, M. C. (2012). Análisis de la propuesta de evolución de redes 3G y su convergencia a la tecnología 4G para redes de telefonía móvil (Bachelor’s thesis).

- [9] Fuentes, M. E. B., y Ibáñez, E. K. D. (2019). Tecnología móvil 5G. *Mare Ingenii. Ingenierías*, 1(1), 65-72.
- [10] Angélica Ma. Villagómez Cabral (2020). Sistema de respaldos de un centro de datos de clima espacial con una arquitectura cliente servidor, Tesis profesional, Colegio de ciencia y tecnología, Licenciatura en ingeniería de software, UACM, México.
- [11] Estimación de cálculos mínimos de ancho de banda utilizado por la herramienta Google Meet.
- <https://support.google.com/a/answer/1279090?hl=es#zippy=%2Cpaso-revisa-los-requisitos-de-ancho-de-banda>
- [12] Pacheco, M., Cote, M., y Santana, N. (2017). CONVERGENCIA TECNOLÓGICA EN LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE INSCRIPCIÓN ESTUDIANTIL EN LA AULA–NURR TRUJILLO. *Revista Ágora Trujillo*, 20(40), 43-62.
- [13] Definición del concepto middleware de Microsoft Azure.
- <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-middleware/>
- [14] Especificaciones técnicas de circuito integrado, Mxl7794
- <https://www.maxlinear.com/ds/mxl7704.pdf>
- [15] Broadcom, Catálogo de producto de Switch red, Especificaciones técnicas de circuito integrado,bcm54213pe
- <https://www.broadcom.com/products/ethernet-connectivity/phy-and-poe/copper/gigabit/bcm54213pe>
-

- [16] Especificaciones técnicas de circuito integrado CYW43455,

[https://datasheetspdf.com/pdf-file/
1381550/CypressSemiconductor/CYW43455/1](https://datasheetspdf.com/pdf-file/1381550/CypressSemiconductor/CYW43455/1)
- [17] Especificaciones técnicas de diseño de antena Niche-WLAN,

[https://proantennas.com/wp-content/uploads/2020/03
/2019-06-28-Datasheet-Niche-WLAN-Rev1.1.pdf](https://proantennas.com/wp-content/uploads/2020/03/2019-06-28-Datasheet-Niche-WLAN-Rev1.1.pdf)
- [18] Eraso Eraso, O. A. (2019). Modelos TCP/IP y OSI. Facultad de Matemáticas en Ingenierías.
- [19] Vivas, H. L., Muñoz Abbate, H., Cambarieri, M. G., Petroff, M., y García Martínez, N. (2014). Arquitectura de Software con websocket para aplicaciones web multiplataforma.
- [20] González-Usach, R., Vidal, D., y Salvador, C. P. (2019). Transmisión de datos de alta velocidad mediante el uso combinado de los protocolos webRTC y multipath TCP. In Jornadas doctorales de la Universidad de Murcia (pp. 1199-1200). Servicio de Publicaciones.
- [21] Controlador PCIe

https://www.via-labs.com/product_show.php?id=48

Índice de figuras

1.1.	Diagrama de interacción.	1
1.2.	Modelo Cliente - Servidor	22
1.3.	Modelo de capas TCP/IP Vs modelo OSI	23
1.4.	Modelo de capas TCP/IP	24
1.5.	Capas WebSocket	25
1.6.	Capas WebRTC	26
1.7.	Ancho de banda estimados en la transición de videoconferencias proporcionados por la documentación de Google.	27
1.8.	Ancho de banda para emisiones en directo.	27
2.1.	Diagrama del dispositivo y su periféricos por secciones.	35
2.2.	Diagrama del dispositivo y su periféricos por secciones.	37
2.3.	Diagrama de conexión y comunicación del dispositivo (desarrollo propio)	39
2.4.	Comparativa entre SBC en el mercado mexicano.	40
2.5.	Opciones de compra en México.	40
2.6.	Diagrama de bloques del suministro y manejo de energía.	43
2.7.	Conexión de monitor y fuente de alimentación	47
2.8.	Diagrama de bloques del sistema de comunicación.	47
2.9.	Representación de antena Niche, diseño propioRepresentación de antena Niche, diseño propio.	49
3.1.	Diagrama de bloques del plan de trabajo.	55
3.2.	Diagrama de conexión del dispositivo y sus periféricos.	56
3.3.	Pantalla de error de arranque de dispositivo SBC	57
3.4.	Software para montaje de imágenes.	58
3.5.	Integración de sistema operativo en MicroSD.	59
3.6.	Conexiones al dispositivo	60
3.7.	Pantalla de inicio	60

3.8. Ensamble y aseguramiento en carcasa de plástico.	61
3.9. Configuración de ubicación geográfica.	61
3.10. Cambio de password	62
3.11. Configuración de conexión inalámbrica Wlan	62
3.12. Actualización del sistema operativo, paquetería y reinicio del dispositivo.	63
3.13. Navegador web y visor de documentos.	64
3.14. Paquetería Libreoffice, procesador de texto y hoja de cálculo.	65
3.15. Gestor de tareas y archivos.	66
3.16. Acceso a correo institucional	68
3.17. Acceso a las plataformas Moodle y Classroom.	68
3.18. Edición de documentos con herramientas en línea.	69
3.19. Videoconferencia Web.	70
3.20. Dispositivos SBC tipo Pi4 modelo 2018.	70
3.21. Comparativa entre SBC tipo Pi v3 modelo 2016 y v4 modelo 2018.	71
3.22. Muestra de la alternativa proporcionada al alumnos y conec- tado al SBC tipo Pi v3.	72
3.23. Las conexiones al SBC	73
3.24. Pruebas con herramientas en línea	73
3.25. La pantalla de error del sistema.	74

Índice de cuadros

1.1. Retos en la labor docente a distancia	10
1.2. Recursos TIC propuestos	11
1.3. Orientación de RTIC propuestos	12
4.1. Tabla comparativa de la conexión eléctrica	76
4.2. Tabla comparativa de la instalación del sistema operativo . . .	76
4.3. Tabla comparativa del armado y conexiones al dispositivo SBC	77
4.4. Tabla comparativa de la configuración y actualización del sistema del SBC	78
4.5. Tabla comparativa del sistema operativo	79
4.6. Tabla comparativa de la visualización, creación, edición de documentos y búsqueda de información.	79
4.7. Tabla comparativa del uso de plataformas educativas	80
4.8. Tabla comparativa de las herramientas de procesamiento en línea	81
4.9. Tabla comparativa en las pruebas de uso por la experiencia del usuario	82