



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“Implementación de un Prototipo de Plataforma Virtual que
Soporte el Software y Aplicaciones Académicas Utilizadas en la
Carrera de Ingeniería Electrónica.”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:

DARÍO XAVIER MARÍN ZÚÑIGA

Director:

ING. DANIEL ITURRALDE PIEDRA Ph.D.

CUENCA, ECUADOR

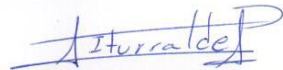
2019

Implementación de un Prototipo de Plataforma Virtual que Soporte el Software y Aplicaciones Académicas Utilizadas en la Carrera de Ingeniería Electrónica.

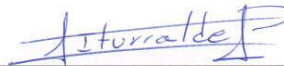
RESUMEN

En este trabajo se analiza la factibilidad de implementar un servidor de virtualización de aplicaciones para los laboratorios de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Azuay. Para este análisis se realiza la implementación de un prototipo con el software requerido en los laboratorios cuyo objetivo es dimensionar las características necesarias del servidor. Se realizaron pruebas de rendimiento entre diferentes protocolos permitiendo realizar una comparación y determinando que el protocolo RDP es el mejor para llevar a cabo la implementación real en los laboratorios.

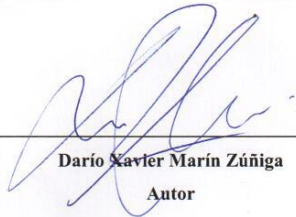
Palabras clave: *Virtualización, RDP, servidores, infraestructura.*



Ing. Daniel Iturralde Piedra. Ph.D
Coordinador de Carrera



Ing. Daniel Iturralde Piedra. Ph.D
Director de Trabajo de Titulación



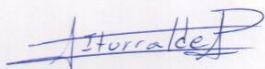
Dario Xavier Marin Zúñiga
Autor

Implementation of a Virtual Platform Prototype that supports the Software and Academic Applications used in the Electronics Engineering Career.

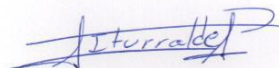
ABSTRACT

This work analyzes the feasibility to implement an application virtualization server for the Electronic Engineering laboratories at the University of Azuay. For this analysis, the implementation of a prototype was performed with the software required in the laboratories to determine the necessary characteristics of the server. Performance tests were carried out between different protocols to make a comparison and determine that the RDP protocol is the best option for the real implementation in the laboratories.

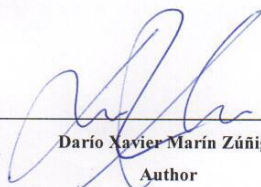
Keywords: *Virtualization, RDP, servers, infrastructure.*



Ing. Daniel Iturralde Piedra. Ph.D
Faculty Coordinator



Ing. Daniel Iturralde Piedra. Ph.D
Thesis Director



Darío Xavier Marín Zúñiga
Author



UNIVERSIDAD AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by
Ing. Paúl Arpi

Implementación de un Prototipo de Plataforma Virtual que Soporte el Software y Aplicaciones Académicas Utilizadas en la Carrera de Ingeniería Electrónica.

Marín Zúñiga Darío Xavier
Escuela de Ingeniería Electrónica
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador
xaviermarin@es.uazuay.edu.ec

Resumen—En este trabajo se analiza la factibilidad de implementar un servidor de virtualización de aplicaciones para los laboratorios de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Azuay. Para este análisis se realiza la implementación de un prototipo con el software requerido en los laboratorios cuyo objetivo es dimensionar las características necesarias del servidor. Se realizaron pruebas de rendimiento entre diferentes protocolos permitiendo realizar una comparación y determinando que el protocolo RDP es el mejor para llevar a cabo la implementación real en los laboratorios.

Palabras Clave—Virtualización, RDP, servidores, infraestructura.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente para adquirir un servidor que pueda abarcar las distintas actividades académicas que se realizan en la carrera de Ingeniería Electrónica, es necesario tener claro cuáles son los alcances que el servidor va a tener, es decir, los requerimientos necesarios para ejecutar distintos programas usados en el pensum actual de la carrera, el número de alumnos que trabajarán de manera simultánea y la capacidad de almacenamiento necesaria en el servidor para abarcar todo el material académico.

Basado en los requerimientos antes mencionados, es necesario:

- Encontrar el método para realizar la virtualización del servidor.
- Analizar el método para la conexión remota, siempre optimizando el ancho de banda para que el canal no se sature.
- Examinar el número máximo de usuarios que puede abarcar el servidor sin llegar a saturar el uso del CPU (unidad de procesamiento de computadora), de la memoria RAM (memoria de acceso aleatorio). o del almacenamiento.

Para poder determinar los puntos anteriormente mencionados es necesario implementar un prototipo, al cual se le pueda variar la memoria RAM, el número de CPUs, el tipo de almacenamiento, esto con el objetivo de poner a prueba el servidor ante diversos estados que se pueden dar en el desarrollo de las actividades diarias. Basado en los datos que

entreguen las pruebas realizadas se podría realizar un correcto dimensionamiento del servidor tomando en cuenta factores importantes como es la experiencia en el medio y los datos del fabricante del software a utilizarse.

Optimizar los recursos tanto en procesamiento, como en ahorro de licencias de software y energía, es un gran reto en cualquier tipo de infraestructura de red; por lo tanto, se vuelve indispensable contar con una interfaz que permita utilizar estos recursos de manera óptima. Aislar cada uno de los servicios informáticos entregados al usuario es una característica muy importante en las nuevas infraestructuras de red, de manera que, se incremente la confiabilidad y disponibilidad en la prestación de los servicios informáticos.

Administrar la información a la que puede acceder un usuario resulta ser una herramienta útil, ya que se podría crear cierto tipo de restricciones y permisos según grados de jerarquía tanto entre usuarios y administradores.

Crear una nube en la cual los estudiantes puedan acceder de manera remota a la información que tengan almacenada en su perfil.

Actualmente existe un gran desperdicio de procesamiento y energía en los servidores usados en instituciones tanto académicas como empresariales, ya que varios servicios se ejecutan sobre distintos sistemas operativos lo que provoca tener que adquirir un gran número de servidores para cada uno de esos servicios. Al tener varios equipos el coste de infraestructura aumenta de manera proporcional al número de servicios que requiera la empresa o institución, es decir, cualquier servicio que se necesite implementar tendrá un costo elevado, ya que será necesario, en la mayor parte de los casos, adquirir equipos para poder implementarlo.

En la actualidad existe muy poca transaccionalidad entre el administrador y los usuarios, tanto en material informativo, como también en notificaciones importantes, lo cual influye en un mal uso del material informático o académico. En la actualidad, varias personas no tienen acceso para adquirir un computador con los recursos suficientes que requiere la universidad, a esto se le suma la dificultad de que varios

softwares requieren una licencia costosa, además de que se requiere un gran número de ellos a lo largo de la carrera. El coste total de los distintos softwares utilizados en la carrera es elevado, por lo tanto, las instituciones públicas y privadas no están en la capacidad de adquirir licenciamiento para cada computadora de la institución o de los estudiantes.

La estructura del presente trabajo es la siguiente: en la sección II se presenta el estado del arte que sirve para tener conocimiento de los aportes científicos y artículos de investigación que relacionan al presente trabajo, la sección III presenta el marco teórico que sirve como soporte conceptual y teórico del presente trabajo, la sección IV describe el sistema desarrollado propuesto, la sección V muestra los resultados encontrados y por último en la sección VI se detallan las conclusiones.

II. ESTADO DEL ARTE

Entre algunas investigaciones científicas, que han desarrollado proyectos de investigación afines a la tesis, se pueden citar:

En [1] se presenta una arquitectura interactiva remota para la transmisión de un sistema de virtualización de escritorio, mediante un SRIDesk, el cual integra un mecanismo de servidor en el sistema de virtualización por lo que reside en el host, dando así una visualización de alta calidad con bajo consumo de ancho de banda, buena escalabilidad y baja latencia de interacción. Al comparar este sistema con otras plataformas este supero el ancho de banda con más de 2 Mbps y 94% de calidad en video.

En [2] se hace un estudio acerca de las posibilidades del uso de servidores de terminales, tecnologías de virtualización disponibles en las plataformas de Microsoft, VMware y Citrix y sobre todo la comparación de rendimiento de los protocolos de comunicación RDP (Remote Desktop Protocol o Protocolo de Escritorio Remoto) y PCoIP (PC over IP o PC sobre IP). Para lo cual se realizan varias pruebas y se logran identificar los factores claves que detallan el comportamiento de cada una de las estaciones cliente, para con ello poder seleccionar el diseño de la arquitectura de hardware. Posteriormente, la metodología de prueba se transforma en un lenguaje de scripting para así dividir en grupos de acuerdo al rendimiento de carga del servidor, supervisión y mapeo de la respuesta del sistema en tiempo de transmisión de datos al estímulo del usuario. Como resultado de la prueba se mostró que el protocolo PCoIP tiene un sistema de respuesta más rápido que el de RDP.

En [3], se hace un análisis de la aplicación de tecnologías de virtualización para un diseño e implementación de entorno lo más real posible mediante la solución de un VDI (Virtual Desktop Infrastructure o Infraestructura de Escritorio Virtual) basada en VMWARE, el cual proporciona prestaciones más avanzadas que los sistemas basados en PC tradicionales y coste de explotación mucho menor, dando como resultado una respuesta en el menor tiempo posible.

III. MARCO TEÓRICO

A. Virtualización

Aunque la tecnología ha alcanzado niveles inimaginables, existen plataformas que están utilizando solo una fracción de las capacidades del procesador para completar tareas pequeñas, por lo cual se puede decir que no se está utilizando de manera eficiente las capacidades del servidor [4].

La virtualización permite llevar un mejor control de las capacidades del servidor, operando de una manera eficaz segmentando sus capacidades entre las distintas plataformas. Para entender de mejor manera la virtualización, primero se debe entender que es el hardware y el software de servidores [5].

B. Hardware

El Hardware de un servidor está conformado por los componentes físicos o tangibles que conforman una plataforma informática. Algunos de estos son fáciles de identificar, como un teclado, un mouse y un monitor, pero también incluyen la unidad de disco, el almacenamiento de datos, la memoria y la placa base, a continuación, se nombrarán componentes de hardware comunes [5].

- **Procesador:** También llamado CPU, el procesador es la parte de la computadora que ejecuta programas de software al realizar operaciones matemáticas, lógicas y de entrada / salida.
- **RAM:** Almacenamiento de datos volátiles llamado RAM. La RAM contiene los programas para la ejecución y los datos utilizados actualmente por el procesador.
- **Memoria de sólo lectura:** También llamada ROM, este es un tipo de memoria no volátil que almacena un software llamado BIOS. Este tipo de software es responsable de encender (arrancar) el hardware.
- **Chipset:** Una colección de microchips en una placa base que administran funciones específicas, como el transporte de datos al procesador, la RAM y conexión de dispositivos (puertos periféricos).
- **Almacenamiento:** Un dispositivo de almacenamiento persistente (no volátil) como HDD (unidad de disco duro) o SSD (unidad de estado sólido).

C. Software

Al igual que las diferentes partes del cerebro controlan diferentes tipos de acciones, existen diferentes tipos de software que controlan diferentes niveles de acciones de la computadora. El primer tipo de software es el software del sistema y es la parte del cerebro que controla las funciones básicas, como respirar y parpadear. Este tipo de software es necesario para que el hardware funcione. Estos dos no pueden operar uno sin el otro. El segundo tipo de software se llama software de aplicación. El software de la aplicación se ejecuta sobre el sistema operativo [5].

D. Rol del hardware y software en la virtualización

En pocas palabras, la virtualización es la "capa" de tecnología que va entre el hardware físico de un dispositivo y el sistema operativo, y crea una o varias copias del dispositivo. En la figura 1 se puede analizar la estructura de una virtualización [5].

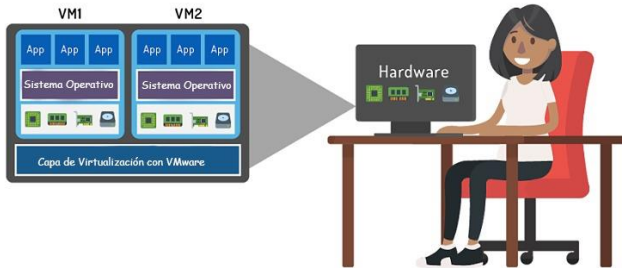


Fig. 1. Estructura de una virtualización [5].

E. Máquina virtual.

Una máquina virtual es una computadora de software que, como una computadora física, ejecuta un sistema operativo y aplicaciones. Puede ejecutar los mismos programas y comportarse exactamente como la máquina original con la diferencia de que se pueden ejecutar varias máquinas virtuales con diferentes sistemas operativos y aplicaciones [5].

Una máquina virtual requiere los mismos componentes que una computadora física, como un teclado, un mouse, una CPU, RAM y demás periféricos para que sea completamente funcional. La figura 2 muestra algunos de los componentes que necesita una máquina virtual [5].

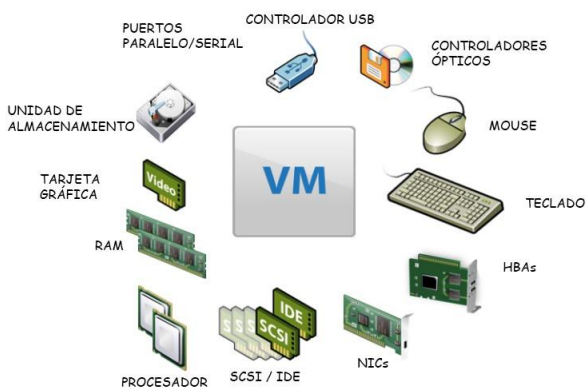


Fig. 2. Componentes del Hardware [5].

Antes de la virtualización, era posible ejecutar más de un sistema operativo a través de un proceso llamado arranque dual. Esto ocurre cuando un usuario particiona el disco duro e instala un sistema operativo diferente en cada partición, de modo que cuando la computadora está encendida, el usuario puede elegir qué sistema operativo iniciar. Sin embargo, esos dos sistemas operativos no se pueden utilizar al mismo tiempo. Se tiene que iniciar (boot) usando uno u otro sistema operativo. Además, la partición para un arranque dual no permite que ambos sistemas operativos accedan a los mismos

recursos de hardware. Por ejemplo, un sistema operativo usa solo una parte del hardware y el otro usa otra cierta parte del hardware. Esta es la lógica detrás del término partición [5].

F. HyperVisor

Los softwares denominados hipervisores sirven para apartar aquellos recursos físicos de los entornos virtuales, es decir, todos los recursos necesarios, además pueden ser los elementos principales del sistema operativo (laptop) o instalarse directamente en el hardware (como servidor), que normalmente utilizan las empresas de virtualización. Los hipervisores despojan los recursos físicos y los fragmentan de manera tal que los entornos virtuales puedan utilizarlos [5].

Al momento que el entorno virtual se está ejecutando y un usuario o programa emite una instrucción que requiere recursos adicionales del entorno físico, el HyperVisor comunica la solicitud al sistema físico y guarda los cambios en la memoria caché [5].

Con un HyperVisor, una computadora puede ejecutar múltiples sistemas operativos simultáneamente y la partición es más flexible, lo que significa que a un sistema operativo se le pueden dar más o menos particiones. Otro resultado del uso de la virtualización es la cantidad de energía ahorrada y las emisiones reducidas. Debido a que más de un sistema operativo puede ejecutarse en una computadora o servidor, se necesita menos hardware y se necesita menos energía para alimentar ese hardware, lo que hace que la virtualización sea una tecnología sosteniblemente "verde" [5].

Existen dos tipos de HyperVisores:

- *HyperVisor Tipo I*

El HyperVisor Tipo I se encuentra directamente entre el hardware y la máquina virtual, que tiene su propio sistema operativo. Lo que significa que el hardware host (una computadora) no necesita estar limitado a un solo sistema operativo porque permite que la computadora aloje más de un sistema operativo a la vez como máquinas virtuales, como se puede observar en la figura 3 [5].

Una de las ventajas de este tipo de hipervisor es que cualquier problema presente en una máquina virtual no afecta a otras máquinas virtuales que se ejecutan en el hipervisor. Esto permite al usuario ejecutar múltiples programas a la vez en las máquinas virtuales y realizar múltiples tareas sin tener que preocuparse de que uno de esos programas se bloquee y detenga el funcionamiento de todos los demás programas [5].

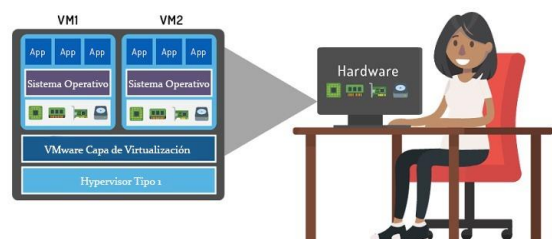


Fig. 3. Estructura de Hypervisor I [5].

- *HyperVisor Tipo II*

El segundo método de virtualización se llama virtualización alojada. Para configurar una computadora con virtualización alojada, se debe instalar un HyperVisor Tipo II sobre un sistema operativo que ya existe, el sistema operativo host, no en la parte superior del hardware como un HyperVisor tipo I, como se puede observar en la figura 4 [5].

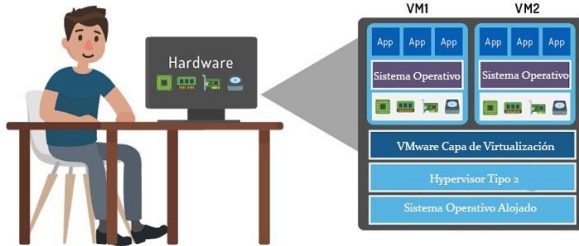


Fig. 4. Estructura de Hypervisor II [5].

G. Software de virtualización

Se trata del programa informático, instalado en el sistema operativo anfitrión (programa instalado en la máquina real) el cual sirve como contenedor de máquinas virtuales. Entre los más utilizados se tiene Virtual Box y VMware [6].

H. Sistema operativo virtual

Es el denominado invitado, admite la instalación y ejecución de programas en él, como si fuese un sistema operativo anfitrión [6].

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

A. Infraestructura de Red planteada

Para realizar la implementación de la plataforma virtual primero es necesario analizar el consumo tanto en memoria RAM como también en uso del CPU que son factores muy importantes a considerar a la hora de elegir los requerimientos necesarios para abarcar un grupo de estudiantes usando distintos softwares, para realizar el análisis se va a desarrollar un método que permita adquirir datos del uso de la memoria RAM y del CPU en tiempo real.

Para un mejor entendimiento de la infraestructura planteada se dividirá la misma en dos partes a las cuales se nombrará como la nube y el cliente.

La nube está conformada por todos los componentes a los cuales no puede acceder físicamente el usuario, en la infraestructura de red planteada está conformada por: Switch's, Servidor, Storage, Firewall y el ISP (Internet Service Provider o Proveedor de Servicios de Internet), a continuación, se presenta una breve descripción de la funcionalidad de cada uno de ellos [5].

- **Switch's:** existen 2 tipos de switch no administrables y administrables (Switch de capa 2 y Switch de capa 3), su principal función es conmutar la información desde la nube hacia los distintos clientes o host.
- **Servidor:** en este caso el servidor está conformado por dos componentes, software y hardware, la elección del hardware adecuado está ligado directamente con el software que se va a instalar en el servidor.
- **Storage:** el almacenamiento es una pieza clave dentro de la infraestructura, ya que su calidad y eficacia impactan directamente en la capacidad de los usuarios para acceder a su información de forma rápida y ágil.
- **Firewall:** es un sistema o red diseñada para bloquear o denegar accesos dentro de una red a uno o más clientes.
- **ISP:** Proveedor de Servicios de Internet y como su propio nombre lo indica hace alusión a la compañía que provee el servicio de internet.

El cliente, en el caso de la infraestructura planteada está conformado por cada uno de los clientes o host que se conecten a la nube, ya sea utilizando la red interna a través del firewall como también usando una conexión externa pasando por el ISP y por el firewall.

B. Configuración de Escritorio Remoto

Una vez instalado el sistema operativo sobre el servidor, es necesario habilitar y configurar el servicio RDP incorporado, el cual permitirá a cada uno de los usuarios ingresar al servidor utilizando el protocolo RDP, por medio de un usuario y contraseña.

La infraestructura recomendada para un servicio de Escritorio Remoto está basada en una conexión directa del cliente con el servidor a través de un firewall, en la figura 5 se puede observar el sistema propuesto.

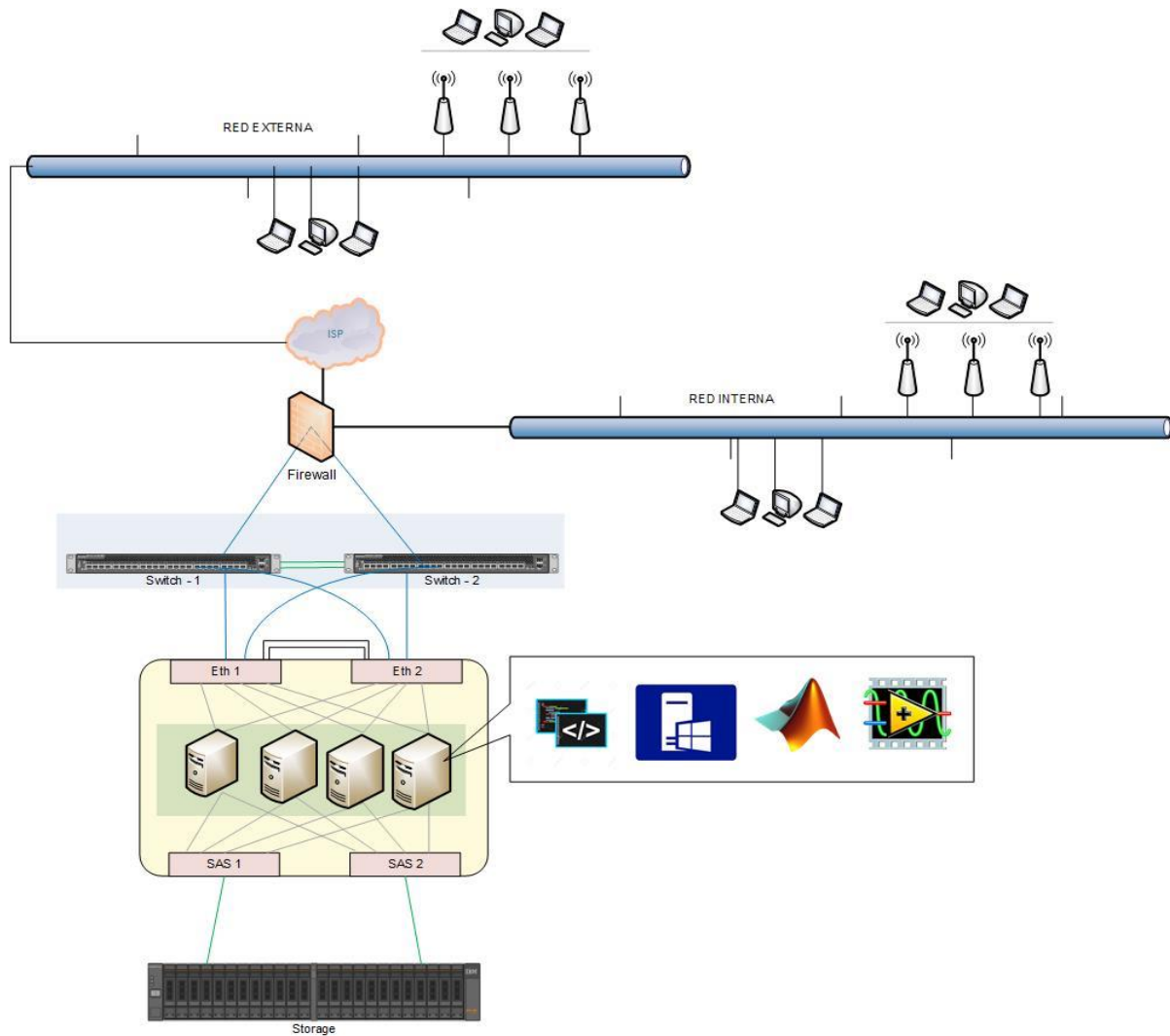


Fig. 5. Sistema propuesto.

C. Adquisición de Datos.

Se tomarán muestras utilizando Windows Server 2012 como sistema operativo y se ejecutarán distintos ejemplos de programas utilizados en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Electrónica como MATLAB y LabVIEW, para ello se crearán distintos escenarios basados en las distintas materias impartidas en el laboratorio, dichos escenarios se pueden ver en la tabla I.

TABLA I. ESCENARIOS PARA ADQUISICIÓN DE DATOS

Escenario	Usuarios	RAM (GB)	CPU (cores)	PROGRAMA
1	De 1 a 20	16	8	MATLAB
2	De 1 a 20	16	8	LABVIEW
3	De 1 a 20	24	16	MATLAB
4	De 1 a 20	24	16	LABVIEW
5	De 1 a 20	32	24	MATLAB
6	De 1 a 20	32	24	LABVIEW
7	De 1 a 20	48	24	MATLAB
8	De 1 a 20	48	24	LABVIEW

Para recrear cada uno de estos escenarios se ejecutarán ejemplos en cada una de las plataformas tanto en MATLAB como LabVIEW como se puede visualizar en la figura 6 y figura 7.

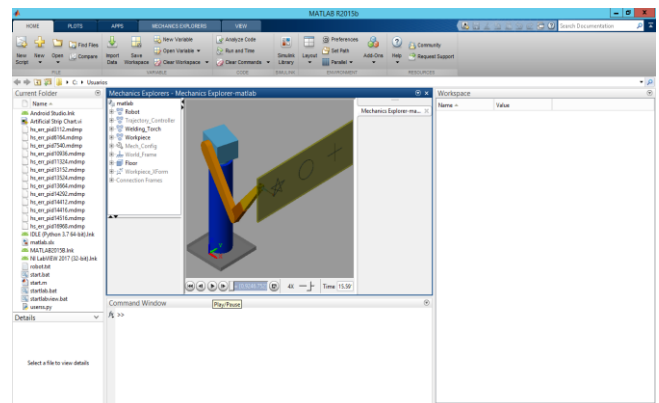


Fig. 6. Ejemplo de MATLAB2015 utilizando Simulink y Robotics.

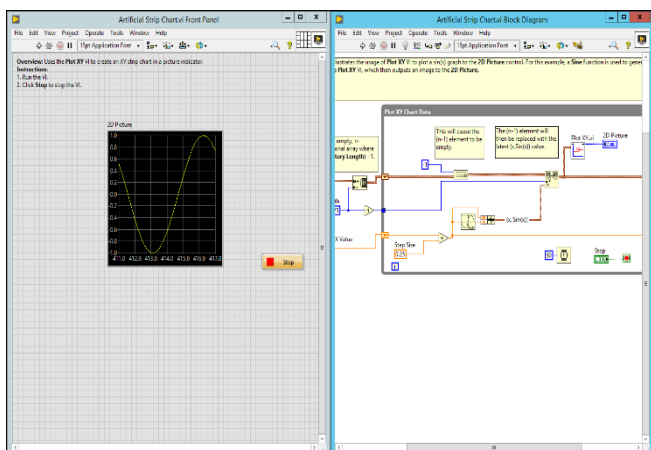


Fig. 7. Ejemplo de LABVIEW2017 utilizando gráficas en tiempo real.

Para tomar los datos en tiempo real se ejecutará un programa en Python, el cual ayudará a almacenar en una base datos el uso de CPU, el uso de RAM, el número de cores del servidor y la cantidad de usuarios que acceden a dicho servidor, como se puede ver en la figura 8.

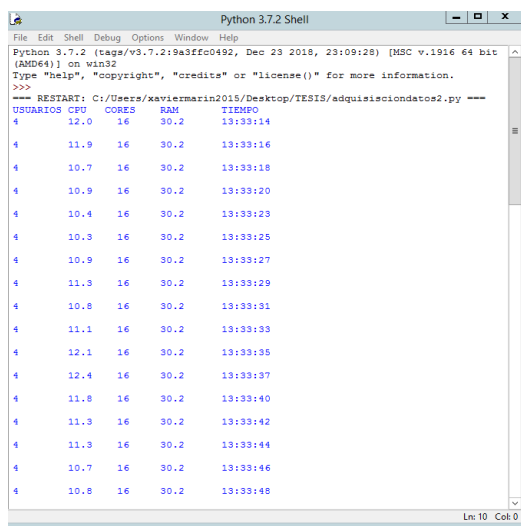


Fig. 8. Adquisición de datos Python

D. Dimensionamiento de un servidor.

Para el dimensionamiento de un servidor, se toman en consideración las buenas prácticas y experiencia en el medio, además se toma en cuenta la hoja de requerimientos mínimos y recomendables del fabricante.

Además de realizar un análisis de la memoria máxima consumida por cada usuario en la etapa de adquisición de datos, se realizará un análisis de las distintas versiones tanto de Matlab como también de LabVIEW, tomando las versiones más estables y de uso común.

En la tabla II se muestran los requerimientos mínimos y recomendados extraídos de la página del fabricante del software Matlab versión 2015 sobre el cual fue realizada la adquisición de datos [7].

TABLA II. REQUERIMIENTOS MINIMOS Y RECOMENDADOS PARA MATLAB 2015.

32-Bit - 64-Bit Matlab 2015 y Simulink		
	Mínimo	Recomendado
Procesador	Procesador Intel o AMD x86-64.	Procesador Intel o AMD x86-64 con dos núcleos.
Memoria RAM	1GB	2GB
Disco	1GB-4GB instalación típica.	12GB en adelante, instalación completa.

En la tabla III se muestran los requerimientos mínimos y recomendados extraídos de la página del fabricante del software Matlab versión 2019 siendo esta la versión más actual del programa Matlab [7].

TABLA III. REQUERIMIENTOS MINIMOS Y RECOMENDADOS PARA MATLAB 2019.

32-Bit - 64-Bit Matlab 2019 y Simulink		
	Mínimo	Recomendado
Procesador	Procesador Intel o AMD x86-64.	Procesador Intel o AMD x86-64 con cuatro núcleos.
Memoria RAM	4GB	8GB
Disco	5GB-8GB instalación típica.	29GB en adelante, instalación completa.

En la tabla IV se muestran los requerimientos mínimos y recomendados extraídos de la página del fabricante del software LabVIEW versión 2017 sobre el cual fue realizada la adquisición de datos [8].

TABLA IV. REQUERIMIENTOS MINIMOS Y RECOMENDADOS PARA LABVIEW 2017.

32-Bit - 64-Bit LabVIEW 2017		
	Mínimo	Recomendado
Procesador	Pentium III/Celeron 866MHz o Pentium 4 G1	Pentium 4M o Pentium 4 G1 o superior
Memoria RAM	512MB	1GB
Disco	620MB instalación típica.	5GB en adelante, instalación completa.

En la tabla V se muestran los requerimientos mínimos y recomendados extraídos de la página del fabricante del software LabVIEW versión 2019 siendo esta la versión más actual del programa LabVIEW [8].

TABLA V. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS Y RECOMENDADOS PARA LABVIEW 2019.

32-Bit - 64-Bit LabVIEW 2019		
	Mínimo	Recomendado
Procesador	Pentium III/Celeron 866MHz o Pentium 4 G1	Pentium 4M o Pentium 4 G1 o superior
Memoria RAM	1GB	2GB
Disco	620MB instalación típica.	5GB en adelante, instalación completa.

Una vez obtenida la cantidad máxima de memoria por usuario de cada software, se podrá determinar el valor de memoria RAM y CPU adecuadas para la implementación de un servidor óptimo y escalable. Para realizar el dimensionamiento del servidor según los software que se van a usar primero, es necesario revisar los siguientes puntos [9].

- Calcular el número de casos o incidencias que se crearán por día. La cantidad de procesos creados en un día afectan el rendimiento del servidor, por lo que es importante tener una estimación antes de dimensionar el servidor.
- Tener en cuenta el número total de usuarios nominales que se espera que utilicen el servidor.
- Dependiendo del nivel de disponibilidad que requiera el cliente, el servidor de aplicaciones de producción debería, por lo menos, admitir que un servidor no esté disponible. Esto significa que los otros servidores restantes deben tener capacidad de CPU / RAM excedente para manejar la carga adicional si esto ocurre.
- Considerar un núcleo (core o hilos) de CPU por cada 4 gigabytes de memoria.
- Considerar dedicar una cantidad de memoria predeterminada para un usuario activo a la vez.
- Para la cantidad total de usuarios, es necesario asegurarse de que haya un búfer que permita un aumento del 30% en cualquier momento.

Una vez que se hayan revisado los requisitos anteriormente mencionados se puede calcular lo siguiente.

Memoria RAM Total Requerida (tm).

$$tm = \frac{pu * mmpu * 1.3}{1024} \quad (1)$$

Donde:

pu: número máximo de usuarios.

mmpu: Cantidad máxima de memoria RAM en megabytes por usuario.

1.3: Permite un crecimiento del 30%.

tm: Memoria RAM total requerida para este entorno.

Total de servidores mínimos requeridos de cálculo.

$$sc = \frac{tm * rl}{mps} \quad (2)$$

Donde:

tm: Memoria RAM total requerida.

rl: El nivel de redundancia especificado (un mínimo de 2). Siempre hay un nivel mínimo de redundancia requerido.

mps: la cantidad máxima de memoria RAM por servidor que puede adquirir el cliente.

sc: recuento total del servidor. Redondear sc para asegurar un número adecuado de servidores.

Cálculo de memoria RAM por servidor.

$$mmps = \frac{tm * rl}{ms} \quad (3)$$

Donde:

tm: Memoria RAM total requerida.

rl: El nivel de redundancia especificado (un mínimo de 2). Siempre hay un nivel mínimo de redundancia requerido.

ms: Número mínimo de servidores requeridos.

mmps: redondeado a un número entero divisible por 8, cantidad mínima de memoria requerida por servidor.

CPU Core / Thread por servidor mínimo.

$$cps = \frac{mps}{4} \quad (4)$$

Donde:

mps: memoria RAM por servidor.

cps: Número de núcleos / cores por servidor.

V. RESULTADOS

De los datos adquiridos se realizará un promedio que indicará el valor de memoria RAM consumida promedio y el valor de CPU consumido promedio, datos con los cuales se puede corroborar que el dimensionamiento realizado es correcto, para lo cual se presentan las siguientes gráficas obtenidas de la tabla I de los distintos escenarios, que relacionan tanto el uso del CPU como también de la memoria RAM frente a distintos números de usuarios con los distintos softwares utilizados, en este caso LabVIEW y Matlab.

En este caso los valores obtenidos, en el primer escenario, con 16GB de RAM, con 8 Cores, utilizando el programa Matlab y accediendo con 11 usuarios, se muestran en la figura 9.

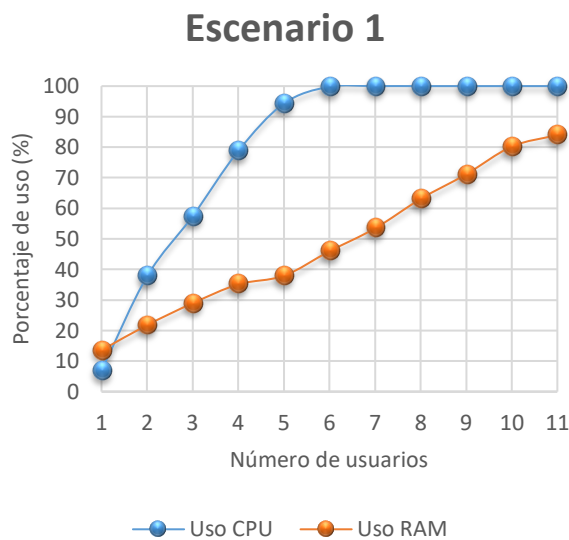


Fig. 9. Gráfica del primer escenario.

En este caso los valores obtenidos, en el segundo escenario, con 16GB de RAM, con 8 Cores, utilizando el programa LabVIEW y accediendo con 20 usuarios, se muestran en la figura 10.

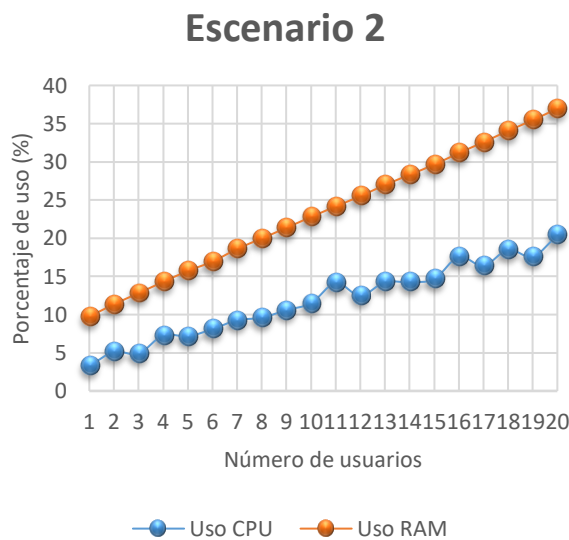


Fig. 10. Gráfica del segundo escenario

En este caso los valores obtenidos, en el tercer escenario, con 24GB de RAM, con 16 Cores, utilizando el programa Matlab y accediendo con 14 usuarios, se muestran en la figura 11.

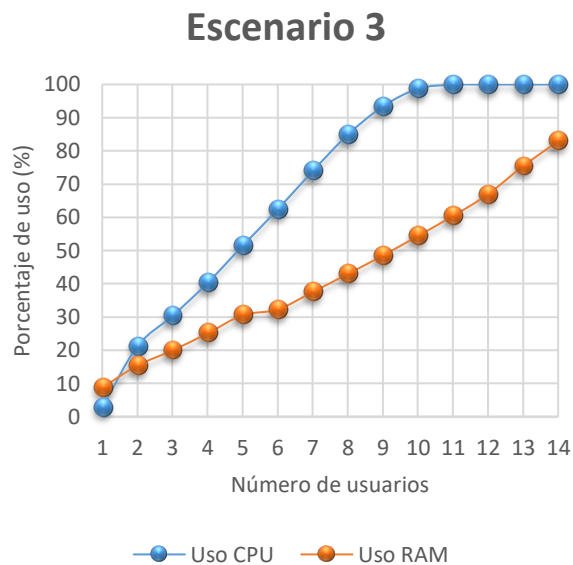


Fig. 11. Gráfica del tercer escenario.

En este caso los valores obtenidos, en el cuarto escenario, con 24GB de RAM, con 16 Cores, utilizando el programa LabVIEW y accediendo con 20 usuarios, se muestran en la figura 12.

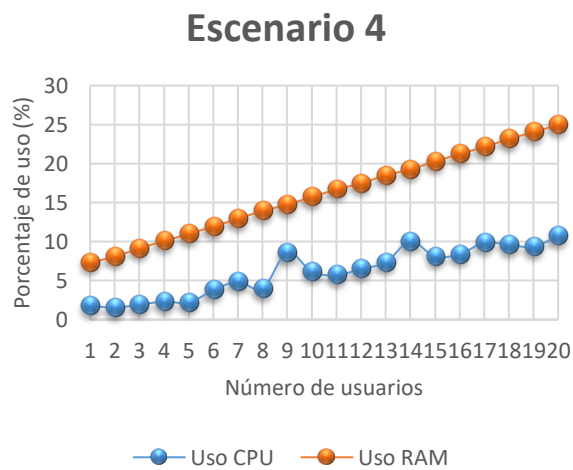


Fig. 12. Gráfica del cuarto escenario.

En este caso los valores obtenidos, en el quinto escenario, con 32GB de RAM, con 24 Cores, utilizando el programa Matlab y accediendo con 18 usuarios, se muestran en la figura 13.

Escenario 5

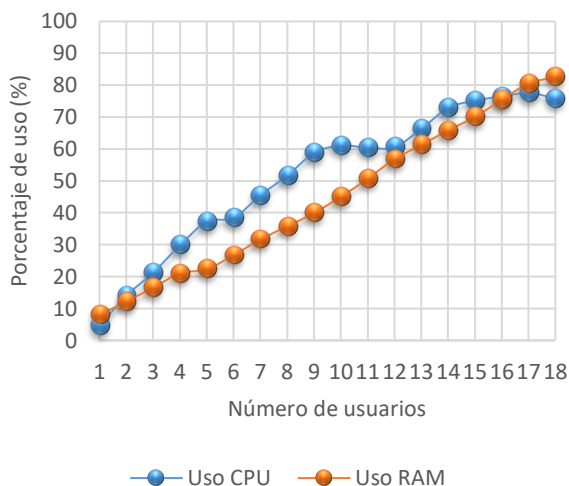


Fig. 13. Gráfica del quinto escenario.

En este caso los valores obtenidos, en el cuarto escenario, con 32GB de RAM, con 24 Cores, utilizando el programa LabVIEW y accediendo con 20 usuarios, se muestran en la figura 14.

Escenario 6

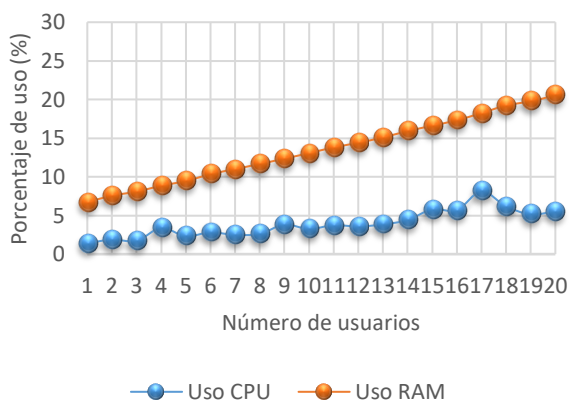


Fig. 14. Gráfica del sexto escenario.

En este caso los valores obtenidos, en el quinto escenario, con 48GB de RAM, con 24 Cores, utilizando el programa Matlab y accediendo con 19 usuarios, se muestran en la figura 15.

Escenario 7

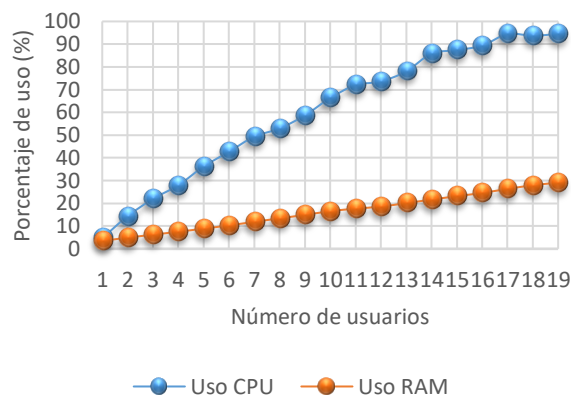


Fig. 15. Gráfica del séptimo escenario.

En este caso los valores obtenidos, en el cuarto escenario, con 48GB de RAM, con 24 Cores, utilizando el programa LabVIEW y accediendo con 20 usuarios, se muestran en la figura 16.

Escenario 8

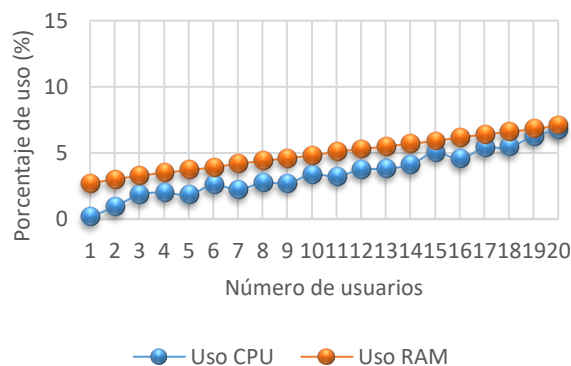


Fig. 16. Gráfica del octavo escenario.

Basados en los datos adquiridos, se puede generar una tabla VI, que resume los datos adquiridos en función de los escenarios indicados en la tabla I.

TABLA VI. ESTIMACIÓN DE USO DE RAM Y CORES BASADOS EN DATOS ADQUIRIDOS.

Escenarios	Cores/usuario	RAM/usuario
1	1,07	1,44
2	0,11	0,478
3	1,39	1,50
4	0,09	0,47
5	1,37	1,72
6	0,09	0,5
7	1,45	0,99
8	0,08	0,32
Total general	0,82	1,02

En base a lo explicado anteriormente, mediante las ecuaciones (1), (2), (3), (4) se generará distintas tablas con los datos obtenidos de los requerimientos mínimos y recomendados del fabricante en cada una de las versiones indicadas, tanto para Matlab como para LabVIEW, con un intervalo de 10-100 usuarios y tomando en cuenta que el nivel de redundancia sea igual a dos para casos de desastres o pérdida de un servidor y además siguiendo los códigos de buenas prácticas.

En la tabla VII se muestran los datos obtenidos para el software Matlab2015 sobre el cual fue realizada la adquisición de datos.

TABLA VII. DIMENSIONAMIENTO CON VALORES RECOMENDADOS PARA MATLAB 2015.

USUARIOS	MEMORIA POR USUARIO (GB)	NUMERO DE SERVIDORES	MEMORIA POR SERVIDOR (GB)	NUCLEOS (CORES)
10	2	1	56	14
20	2	1	112	28
30	2	2	80	20
40	2	2	112	28
50	2	3	88	22
60	2	3	112	28
70	2	3	128	32
80	2	4	112	28
90	2	4	120	30
100	2	5	112	28

En la tabla VIII se muestran los datos obtenidos para el software Matlab2019, siendo esta la versión más actual del programa Matlab.

TABLA VIII. DIMENSIONAMIENTO CON VALORES RECOMENDADOS PARA MATLAB 2019.

USUARIOS	MEMORIA RAM POR USUARIO (GB)	NUMERO DE SERVIDORES	MEMORIA RAM POR SERVIDOR (GB)	NUCLEOS (CORES)
10	8	2	112	28
20	8	4	112	28
30	8	5	128	32
40	8	7	120	30
50	8	9	120	30
60	8	10	128	32
70	8	12	128	32
80	8	13	128	32
90	8	15	128	32
100	8	17	128	32

En la tabla IX se muestran los datos obtenidos para el software LabVIEW2017 sobre el cual fue realizada la adquisición de datos.

TABLA IX. DIMENSIONAMIENTO CON VALORES RECOMENDADOS PARA LabVIEW 2017.

USUARIOS	MEMORIA POR USUARIO (GB)	NUMERO DE SERVIDORES	MEMORIA POR SERVIDOR (GB)	NUCLEOS (CORES)
10	2	1	56	14
20	2	1	112	28
30	2	2	80	20
40	2	2	112	28
50	2	3	88	22
60	2	3	112	28
70	2	3	128	32
80	2	4	112	28
90	2	4	120	30
100	2	5	112	28

En la tabla X se muestran los datos obtenidos para el software LabVIEW2019, siendo esta la versión más actual del programa LabVIEW.

TABLA X. DIMENSIONAMIENTO CON VALORES RECOMENDADOS PARA LabVIEW 2019.

USUARIOS	MEMORIA RAM POR USUARIO (GB)	NUMERO DE SERVIDORES	MEMORIA RAM POR SERVIDOR (GB)	NUCLEOS (CORES)
10	2	1	56	14
20	2	1	112	28
30	2	2	80	20
40	2	2	112	28
50	2	3	88	22
60	2	3	112	28
70	2	3	128	32
80	2	4	112	28
90	2	4	120	30
100	2	5	112	28

En la tabla XI se tiene el levantamiento de información de los distintos servidores del mercado, con el fin de realizar un costo aproximado de la implementación, con datos obtenidos de la web [10].

TABLA XI. LISTA DE SERVIDORES COMERCIALES.

MARCA	SERVIDOR	RAM(GB)	CORES	PRECIO (DOLARES)
DELL	RACK	128	12	623,6
DELL	RACK	56	8	425,25
HP	RACK	128	12	871,36
HP	RACK	512	16	2299
HP	RACK	56	12	871,36
SuperMicro	RACK	128	12	1366
SuperMicro	RACK	56	8	926
TechMike	RACK	128	12	908
TechMike	RACK	56	8	725,23

VI. CONCLUSIONES

Luego de implementar el servidor se pudo decir que el protocolo RDP es el más idóneo para utilizarlo en el laboratorio de Ingeniería electrónica, las principales ventajas se enumeraran a continuación.

- Se puede administrar de mejor manera el contenido para cada alumno, restringiendo extensiones de archivos sospechosos, límites de almacenamiento, transferencias de archivos, notificaciones de escritorio, etc.
- Se pueden estipular distintas políticas en base a los requerimientos del administrador, creando distintos roles con distintos privilegios.
- Se pueden implementar distintos tipos de seguridades utilizando protocolos SSL/TLS, entregando una mayor confiabilidad al momento de compartir información.
- Dicho protocolo puede utilizar DNS para conectarse a través de un dominio.
- En base a los datos adquiridos se puede estimar el porcentaje de uso de la RAM y CPU basado en el comportamiento del software, número de usuarios, CPU y RAM, con esto se podría corroborar que el valor que reflejan las fórmulas son aceptables.

Para poder realizar una estimación del dimensionamiento del servidor basado en los datos adquiridos en la etapa denominada “Adquisición de Datos”, se realizó un análisis basado en 100 estudiantes conectados simultáneamente en la plataforma utilizando Matlab, que es el programa que más consumo genera tanto en RAM como en CPU.

Se realizó una estimación de la memoria RAM y CPU al momento de ejecutar los distintos escenarios de la tabla I, al dividir estos valores para el número de usuarios conectados a la plataforma, se pudo estimar el uso por usuario, estos valores se pudieron analizar en la tabla VI; basados en dicha tabla se puede determinar que la memoria RAM usada por cada usuario es de aproximadamente 1.022 GB, este valor comparado con los requerimientos mínimos de Matlab 2015 en la tabla II, se pudo determinar que dicho valor es correcto y se pudo usar de manera segura para determinar un correcto dimensionamiento de la plataforma.

Se realizó una estimación del valor de la memoria RAM y CPU basado en la tabla VII, en donde se pudo resumir las características del servidor de la siguiente manera.

- **Número de Servidores:** 5
- **Memoria RAM por Servidor:** 112GB (128GB)
- **Número de Núcleos:** 28
- **Redundancia:** 2

En base a los datos determinados anteriormente, se realizó un levantamiento de información con el fin de determinar al servidor más idóneo para la plataforma requerida, para ello se analizó la tabla XI, en la cual se

puede determinar que se tienen varias opciones que satisfacen las necesidades del servidor requerido, basados en los costos se planteó un valor estimado del costo de implementación de dicho servidor, cabe recalcar que los valores variarán de acuerdo al mercado, los valores expuestos en la tabla XI, son valores extraídos de la página de Amazon.com en Estados Unidos [10].

En base a la investigación en el mercado de la localidad se recomienda implementar la plataforma en un servidor HP ProLiant serie DL360p por los siguientes motivos:

- Bajo costo ya que existen varios proveedores de esta marca en el país.
- Gran comunidad que permitirá a la Universidad tener una alta retroalimentación de los distintos escenarios que podrían presentarse en la implementación de la plataforma.
- Existen varios lugares que ofrecen esta marca por lo que el mantenimiento y soporte es de alta calidad e incluye varias de las piezas o componentes necesarios para brindar un mejor soporte, sin necesidad de comprar fuera del país.

El Servidor HP ProLiant DL360p es un servidor que requiere poco espacio, ofrece el rendimiento de dos procesadores y cuenta con funciones líderes en el sector. Está diseñado para proteger la inversión gracias a sus características de fiabilidad, accesibilidad y funcionalidad integradas.

El servidor planteado cuenta con las siguientes funciones y características obtenidas de la hoja de datos del fabricante [11]:

- Procesador Intel Xeon E5-2600 o E5-2600v2, con opción de 2/4/6/8/10/12 núcleos y velocidades de hasta 3,5 GHz.
- 24 ranuras DIMM disponibles para Memorias DDR3, con velocidades de hasta 1866 MHz y 768 GB de capacidad máxima.
- Controladora HP Smart Array P420i, con opciones de memoria caché de escritura respaldada por flash.
- HP iLO Management Engine (HP iLO 4) con Active Health System, gestión de energía/refrigeración de HP, Agentless Management e Intelligent Provisioning.
- Guía de conexiones inteligente de HP, para una instalación del procesador inteligente rápida y precisa.

El valor estimado para realizar la implementación de la plataforma planteada es de \$9737.76 como se muestra en la tabla XII, valor que incluye la implementación total del prototipo, tomando en cuenta los valores de trabajo civil, materiales e implementos tecnológicos. Además, el cableado estructurado ya debe estar desplegado en las instalaciones de la universidad.

TABLA XII. COSTO ESTIMADO DE IMPLEMENTACION DEL PROTOTIPO.

CANTIDAD	EQUIPO	PRECIO (DOLARES)	TOTAL (DOLARES)
5	Servidor HP ProLiant DL360P G8	\$871,36	\$4356,80
1	RACK	\$200,00	\$200,00
1	Storage	\$600,00	\$600,00
4	Memoria RAM	\$392,99	\$1.571,96
1	UPS	\$709,00	\$709,00
1	Firewall	\$500,00	\$500,00
1	Escalerilla	\$100,00	\$100,00
1	Switch	\$700,00	\$700,00
1	Varios	\$1.000 .00	\$1.000,00
		TOTAL	\$9737.76

VII. RECOMENDACIONES

Se puede plantear una investigación futura para el desarrollo de un software que permita realizar el dimensionamiento del servidor en base al número de usuarios y los distintos programas a utilizar, evitando así errores en el dimensionamiento ocasionados por la falta de experiencia y siendo una referencia importante al momento de dimensionar un servidor.

VIII. REFERENCIAS

- [1] W. Jiewei, W. Jiajun, Q. Zhengwei y G. Haibing, «SRIDesk: A Streaming based Remote Interactivity Architecture for Desktop Virtualization System,» Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China, Shanghai, China, 2013.
- [2] J. Kouril y P. Lambertova, «Análisis de rendimiento y comparación de los protocolos de virtualización RDP y PCoIP,» Ustav telekomunikaci, Purkynova 118CZ - 612 00 Brno, República Checa, 2015.
- [3] J. Ardanuy Mingarro, «Diseño plataforma virtual para escritorios remotos,» Everis, Cataluña, Barcelona, 2015.
- [4] Microsoft, «Microsoft Azure,» 12 05 2018. [En línea]. Available: <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-virtualization/>.
- [5] NDG, «NDG,» 2018. [En línea]. Available: <https://portal.netdevgroup.com/learn/intro-virt/iaTSaVQ2GP>.
- [6] J. Ramírez, «Virtualización de Sistemas Operativos,» 22 11 2011. [En línea]. Available: <https://www.jmramirez.pro/articulo/virtualizacion-de-sistemas-operativos/>.
- [7] M. Inc., «The MathWorks, Inc.,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.mathworks.com/support/requirements/previous-releases.html>.
- [8] N. Instruments, «National Instruments Corporation,» National Instruments, 2019. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/es-cr/shop/labview/release-details.html>.
- [9] ProcessMaker, «ProcessMaker,» 2019. [En línea]. Available: https://wiki.processmaker.com/3.2/ProcessMaker_Server_Sizing.
- [10] I. Amazon.com, «Amazon,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.amazon.com/>.
- [11] Hewlett-Packard, «Hewlett-Packard,» Febrero 2014. [En línea]. Available: <https://support.hpe.com/hpsc/doc/public/display?docd=c03271681>.