

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

LA SOSTENIBILIDAD TECNOLÓGICA CON MULTI-ASIENTO Y SOFTWARE LIBRE

TECHNOLOGICAL SUSTAINABILITY WITH MULTI-SEAT
AND FREE SOFTWARE

Valente Torija Pérez

Instituto Tecnológico del Altiplano, México

José Luis Hernández Corona

Universidad Tecnológica de Tlaxcala, México

Liliana Díaz Urbiña

Instituto Tecnológico del Altiplano, México

Sonia López Rodríguez

Universidad Tecnológica de Tlaxcala, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17249

La Sostenibilidad Tecnológica con Multi-Asiento y Software Libre

Valente Torija Pérez¹torjavalente@itat.edu.mx<https://orcid.org/0009-0001-5536-7200>Instituto Tecnológico del Altiplano
Tlaxcala, México**José Luis Hernández Corona**coronaluis@uttlaxcala.edu.mx<https://orcid.org/0000-0001-9209-9287>Universidad Tecnológica de Tlaxcala
México**Liliana Díaz Urbiña**diazlilian@itat.edu.mx<https://orcid.org/0009-0004-4517-6357>Instituto Tecnológico del Altiplano
Tlaxcala, México**Sonia López Rodríguez**sonnysutt@uttlaxcala.edu.mx<https://orcid.org/0000-0002-9777-4007>Universidad Tecnológica de Tlaxcala
México

RESUMEN

La acumulación de residuos electrónicos, impulsada por la rápida obsolescencia de dispositivos, representa un desafío ambiental crítico. Este estudio propone el uso de la arquitectura "Multi Asiento" y software libre en equipos reutilizados para extender su vida útil, reducir desechos y mejorar el acceso a tecnologías en sectores vulnerables, especialmente en instituciones educativas. La investigación implementó esta arquitectura en un ordenador de gama baja con GNU/Linux Ubuntu 22.04, utilizando servidores gráficos Wayland y X.org, junto con el administrador de recursos Systemd. Esta configuración permite asignar eficientemente recursos de hardware a múltiples usuarios simultáneamente, maximizando el uso de componentes reutilizados y reduciendo la necesidad de nuevos dispositivos. El prototipo demostró que es posible crear un entorno de trabajo multiusuario con un solo equipo, extendiendo su vida útil, disminuyendo la generación de residuos electrónicos y mejorando la accesibilidad tecnológica. La arquitectura "Multi Asiento" con software libre se presenta como una solución sostenible y viable para reducir el impacto ambiental de los residuos electrónicos, facilitando entornos de trabajo eficientes y accesibles en comunidades vulnerables. Esta iniciativa promueve la sostenibilidad tecnológica, amplía las oportunidades educativas y fomenta la inclusión digital al proporcionar herramientas de comunicación y aprendizaje asequibles.

Palabras clave: residuos electrónicos, reutilización tecnológica, inclusión digital, software libre, sostenibilidad ambiental

¹ Autor principal

Correspondencia: coronaluis@uttlaxcala.edu.mx

Technological Sustainability with Multi-Seat And Free Software

ABSTRACT

The accumulation of electronic waste, driven by the rapid obsolescence of devices, represents a critical environmental challenge. This study proposes the use of “Multi Seat” architecture and free software in reused equipment to extend its useful life, reduce waste and improve access to technologies in vulnerable sectors, especially in educational institutions. The research implemented this architecture on a low-end computer running GNU/Linux Ubuntu 22.04, using Wayland and X.org graphic servers, together with the resource manager Systemd. This configuration allows efficient allocation of hardware resources to multiple users simultaneously, maximizing the use of reused components and reducing the need for new devices. The prototype demonstrated that it is possible to create a multi-user work environment with a single computer, extending its useful life, reducing e-waste generation and improving technological accessibility. The “Multi Seat” architecture with free software is presented as a sustainable and viable solution to reduce the environmental impact of electronic waste, facilitating efficient and accessible work environments in vulnerable communities. This initiative promotes technological sustainability, expands educational opportunities and fosters digital inclusion by providing affordable communication and learning tools.

Keywords: electronic waste, technological reuse, digital inclusion, free software, environmental sustainability

Artículo recibido 08 marzo 2025

Aceptado para publicación: 31 marzo 2025



INTRODUCCIÓN

La rápida evolución de las tecnologías y el consumo masivo de dispositivos electrónicos han generado un incremento considerable en los residuos electrónicos, lo que constituye un problema crítico para la sostenibilidad medioambiental y la equidad tecnológica. Según estudios recientes, los residuos electrónicos crecieron a una tasa anual del 3-4%, con más de 50 millones de toneladas generadas en todo el mundo (Forti et al, 2020). Este fenómeno ha impulsado la búsqueda de soluciones tecnológicas que no solo mejoren el acceso a las tecnologías, sino que también reduzcan el impacto ambiental, especialmente en contextos de recursos limitados. La obsolescencia programada y la constante demanda de dispositivos más avanzados han exacerbado este problema, generando un ciclo de consumo y descarte que afecta tanto al medio ambiente como a las comunidades más vulnerables, que tienen un acceso limitado a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

En este marco, la reutilización de hardware mediante arquitecturas eficientes, como la arquitectura "Multi Asiento", se presenta como una alternativa viable para prolongar la vida útil de los equipos informáticos. Este enfoque permite que varios usuarios compartan un único ordenador, optimizando el uso de recursos de hardware y reduciendo la necesidad de adquirir nuevos dispositivos (Gherghel et al, 2021). Además, al emplear software libre, como la distribución GNU/Linux Ubuntu 22.04, se favorece una mayor personalización y control sobre los recursos del sistema, lo que refuerza la accesibilidad tecnológica en sectores vulnerables, tales como instituciones educativas en países en desarrollo (Stallman, 2002). El software libre no solo reduce los costos asociados con las licencias de software propietario, sino que también promueve la transparencia y la adaptabilidad, aspectos clave para implementar soluciones tecnológicas en entornos con recursos limitados.

El tema central de este artículo es la reutilización de hardware mediante la arquitectura "Multi Asiento" y el uso de software libre como una solución innovadora para abordar dos problemáticas interconectadas: la creciente generación de residuos electrónicos y la brecha de acceso a tecnologías en sectores vulnerables.

A pesar de los avances en tecnologías de reciclaje y reutilización, existe un vacío en el conocimiento sobre cómo implementar sistemas eficientes que permitan maximizar el uso de hardware obsoleto o de gama baja, al mismo tiempo que se mejora la accesibilidad tecnológica en sectores vulnerables, como



instituciones educativas y comunidades marginadas. Este trabajo busca llenar ese vacío al proponer y evaluar la viabilidad de la arquitectura "Multi Asiento" como una solución técnica y sostenible.

La relevancia de este tema radica en su impacto tanto ambiental como social. Por un lado, la reducción de residuos electrónicos contribuye a mitigar el daño ambiental causado por la extracción de materiales tóxicos y la contaminación generada durante la fabricación y desecho de dispositivos. Por otro lado, al facilitar el acceso a tecnologías en comunidades desfavorecidas, se promueve la inclusión digital, se amplían las oportunidades educativas y se fomenta el desarrollo socioeconómico. Este estudio se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, específicamente con aquellos relacionados con la educación de calidad, la reducción de las desigualdades y la acción por el clima.

El marco teórico que sustenta esta investigación se basa en conceptos clave de la sostenibilidad tecnológica, la economía circular y la inclusión digital. Autores como Bocken et al., (2016), han destacado la importancia de reutilizar y reciclar dispositivos electrónicos como parte de una estrategia integral para reducir el impacto ambiental de las tecnologías. Además, teorías sobre la brecha digital, como las propuestas por van Dijk (2020), subrayan la necesidad de implementar soluciones accesibles y de bajo costo para garantizar que las comunidades marginadas no queden excluidas de los beneficios de la era digital. En este estudio, las variables principales incluyen la eficiencia en la asignación de recursos de hardware, la reducción de residuos electrónicos y la mejora en la accesibilidad tecnológica. En cuanto a los estudios previos, investigaciones como las de Pearce (2021), han explorado el uso de software libre y hardware reutilizado en entornos educativos, demostrando su potencial para reducir costos y mejorar el acceso a tecnologías. Sin embargo, estos trabajos no han abordado de manera integral la combinación de la arquitectura "Multi asiento" con servidores gráficos como Wayland y X.org, gestionados mediante Systemd, para optimizar el uso de recursos en equipos de gama baja. Este estudio aporta una novedad metodológica al implementar y evaluar esta configuración específica, demostrando su viabilidad técnica y su impacto positivo en la reducción de residuos y la inclusión digital.

El contexto en el que se realiza esta investigación es el de una creciente preocupación global por la sostenibilidad ambiental y la equidad tecnológica. Históricamente, el acceso a tecnologías ha estado marcado por desigualdades socioeconómicas, lo que ha limitado las oportunidades de desarrollo en



comunidades vulnerables. Además, el marco legal en muchos países aún no aborda de manera efectiva la gestión de residuos electrónicos, lo que agrava el problema ambiental. Este estudio se enfoca en instituciones educativas y comunidades marginadas, donde la falta de recursos económicos y tecnológicos es más evidente, y donde soluciones como la arquitectura "Multi Asiento" pueden tener un impacto transformador.

Finalmente, este estudio se guía por la hipótesis de que la implementación de la arquitectura "Multi asiento" en equipos reutilizados, combinada con software libre, puede extender significativamente la vida útil de los dispositivos, reducir la generación de residuos electrónicos y mejorar el acceso a tecnologías en sectores vulnerables. Los objetivos de la investigación son: 1) diseñar y evaluar un prototipo basado en esta arquitectura, 2) medir su eficiencia en la asignación de recursos de hardware, y 3) analizar su impacto en la reducción de residuos y la inclusión digital. A través de estos objetivos, este trabajo busca contribuir al desarrollo de soluciones tecnológicas sostenibles y accesibles, que beneficien tanto al medio ambiente como a las comunidades más necesitadas.

METODOLOGÍA

Este estudio adopta un enfoque mixto, ya que combina elementos cuantitativos y cualitativos. Por un lado, se miden variables técnicas como la eficiencia en la asignación de recursos de hardware, la reducción de residuos electrónicos y el rendimiento del sistema. Por otro lado, se evalúa el impacto social y ambiental de la implementación de la arquitectura "Multi asiento" en contextos educativos y comunitarios, lo cual requiere un análisis cualitativo.

La investigación es de tipo aplicada, ya que busca implementar y evaluar una solución tecnológica concreta (la arquitectura "Multi asiento") para abordar problemas específicos como la acumulación de residuos electrónicos y la brecha digital. Además, tiene un componente descriptivo, ya que describe el funcionamiento y los resultados de la implementación del prototipo, y explicativo, al analizar las relaciones entre las variables estudiadas.

El diseño utilizado es experimental, ya que se implementa un prototipo basado en la arquitectura "Multi asiento" en un entorno controlado para evaluar su eficiencia y viabilidad. Además, se incluyen elementos observacionales al monitorear el uso del sistema en contextos reales, como instituciones educativas.



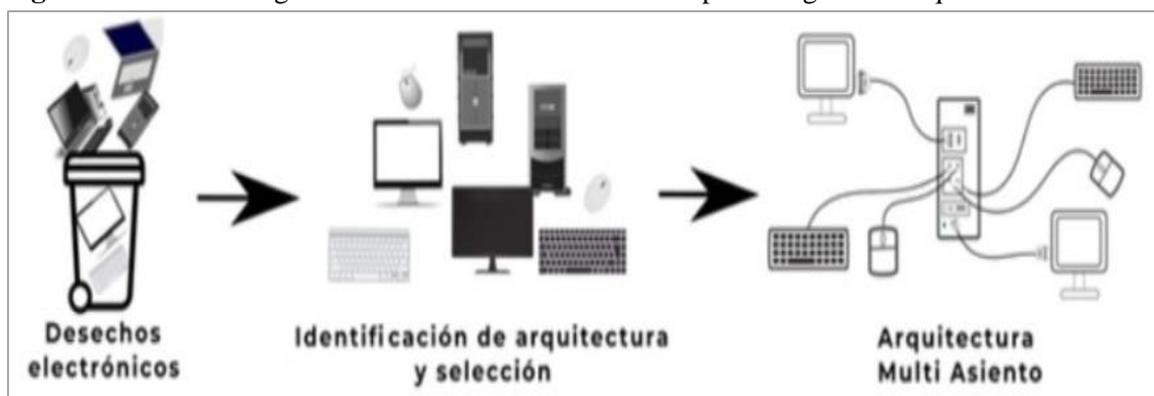
El estudio es de tipo transversal, ya que los datos se recopilan en un momento específico durante la implementación y evaluación del prototipo.

La población de estudio: La población objetivo incluye instituciones educativas (inicial, básica, media y superior) y comunidades vulnerables con acceso limitado a tecnologías, donde se implementará la arquitectura "Multi asiento". La muestra: Se seleccionó un ordenador reutilizado de gama baja como caso de estudio, con especificaciones técnicas detalladas (CPU AMD Athlon II X2 220, 8 GB de RAM, 1 TB de almacenamiento, entre otros). Además, se consideraron cuatro usuarios potenciales por equipo para evaluar la escalabilidad del sistema. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que el equipo fue seleccionado por su disponibilidad y compatibilidad con la arquitectura propuesta.

Se emplearon técnicas de recolección de datos, para llevar a cabo las pruebas de rendimiento para medir la eficiencia en la asignación de recursos de hardware (CPU, memoria, almacenamiento) utilizando herramientas como htop y Systemd. Se realizó un análisis técnico del hardware y software para determinar la viabilidad de la implementación.

El fundamento cualitativo se llevó a cabo a partir de una revisión documental de informes técnicos y estudios previos sobre arquitecturas multiusuario y TIC verdes. Se realizaron observaciones estructuradas durante la implementación del prototipo para evaluar su funcionalidad y usabilidad, como se observa en la figura 1.

Figura 1. Tratamiento general de los desechos electrónicos para integrar una arquitectura Multi Asiento



El empleo de herramientas de monitoreo como software, htop, Systemd y loginctl para medir el uso de recursos del hardware y gestionar los asientos multiusuario.

Al promover estos ambientes tecnológicos de sostenibilidad es posible ofrecer una siguiente oportunidad de utilidad a ordenadores en instituciones de educación inicial, básica, medio superior y superior, así como extenderlo a localidades, comunidades y organizaciones en general.

Las arquitecturas de referencia para este prototipo tienen origen en el modelo de John Von Neumann, ver figura 2 (Alonso-Marín et al., 2024)(arroyo et al., 2024) Echeverria, 2023), así como los servidores gráficos de ventanas Wayland y X.org propuestos por Barh & Franco (2012), ver figura 3.

Figure 2. Tratamiento general de los desechos electrónicos para integrar una arquitectura Multi Asiento

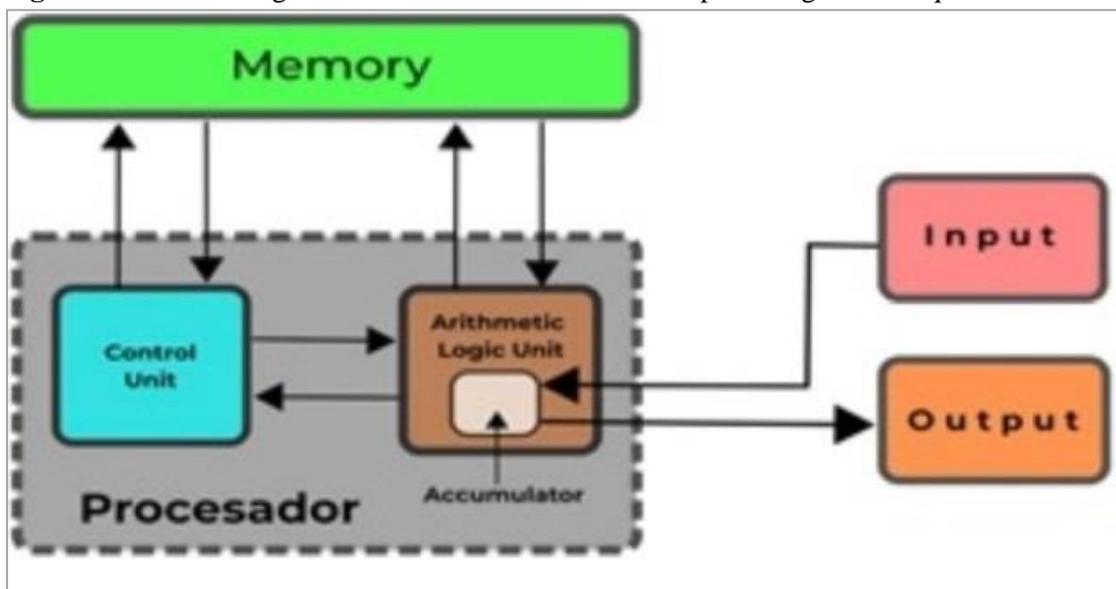
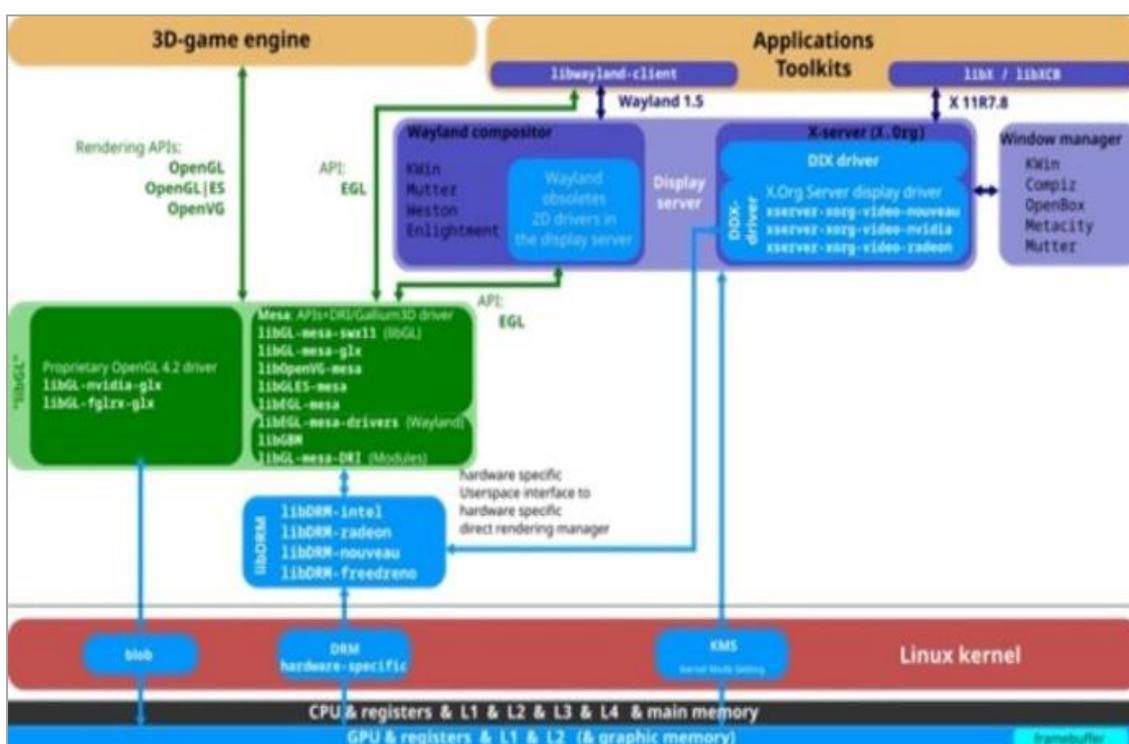
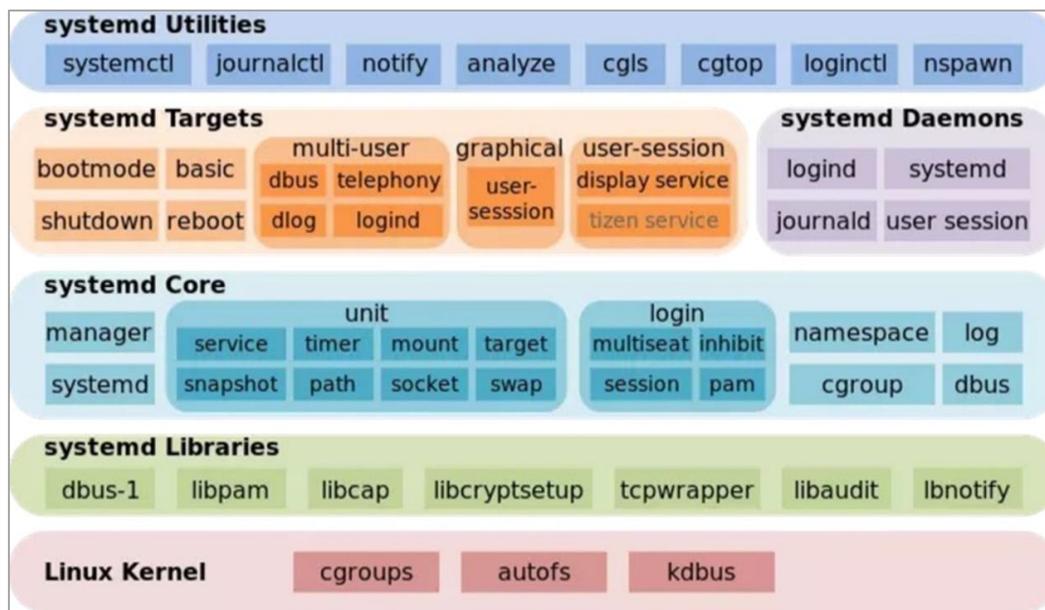


Figure 3. Arquitectura Servidores gráficos Wyland, X Atribución: Shmuel Csaba Otto Traian.



Para desarrollo del proyecto se empleó las siguientes utilidades administradas y gestionadas por Systemd de las cuales se destaca Systemd Utilities donde se ubica el comando loginctl [6], el cual permite llevar a cabo la detección y asignación de recursos hardware de entrada y salida a cada Asiento [seat], ver figura 4.

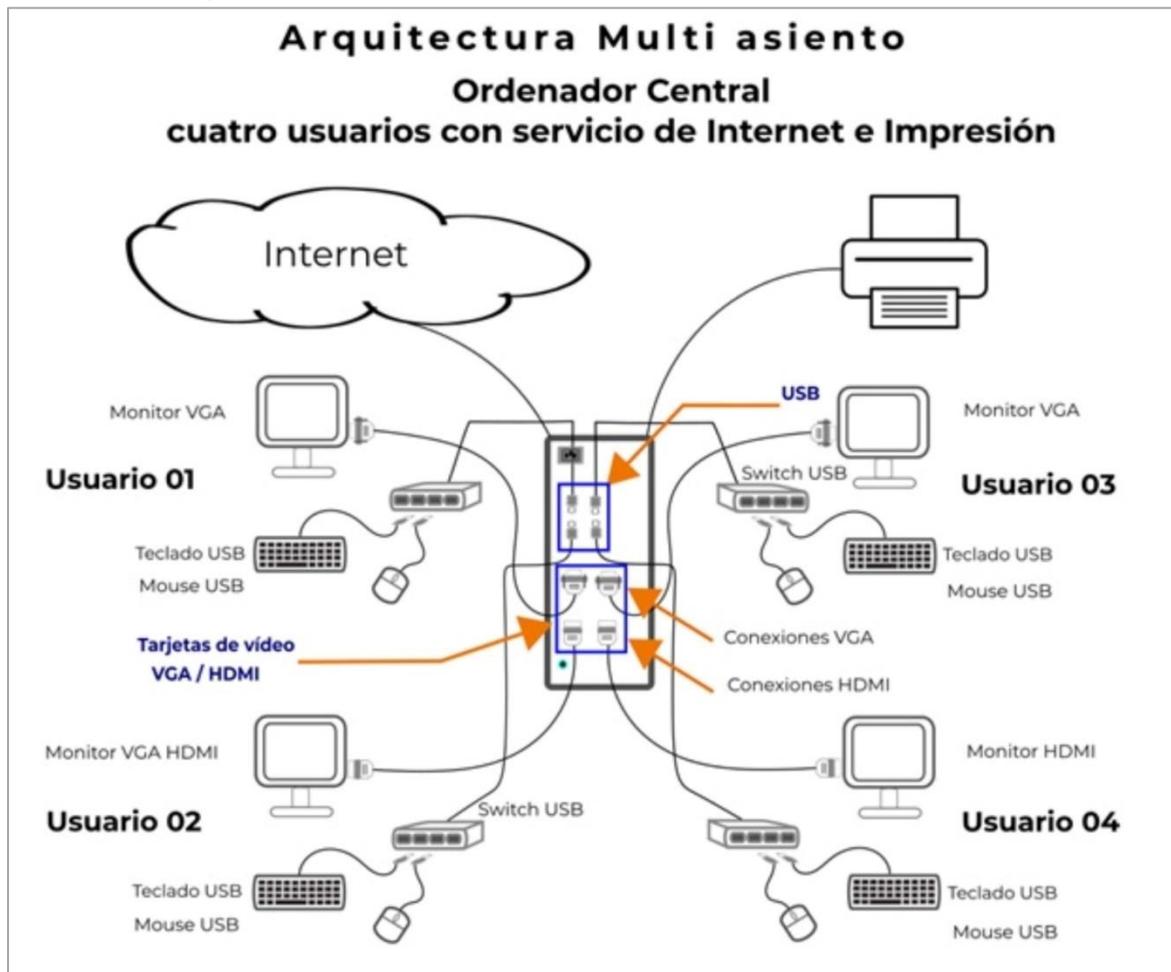
Figure 4. Systemd en sistemas GNU/Linux



Es de importancia mencionar que la arquitectura Multi asiento propuesta en este trabajo es compatible con la mayoría de arquitecturas hardware actuales a excepción de tarjetas de vídeo Nvidia por el tema de controladores [4]. Puede implementarse y escalarse no solo a través de ordenadores recuperados (reciclados) sino que puede establecerse también en ordenadores de recientes tecnologías en procesador, memoria ram, puertos usb, Motherboard en especial esta última con soporte de bahías de expansión para implementar tarjetas de vídeo con GPU a excepción de tecnología Nvidia por el tema de controladores privativos.

Estableciendo la Arquitectura Multi Asiento en un escenario ideal y propicio para cuatro usuarios, con acceso a internet e impresión, ver figura 5.

Figure 5. Diseño propio de prototipo para arquitectura Multi Asiento con integración de ordenador de recientes tecnologías

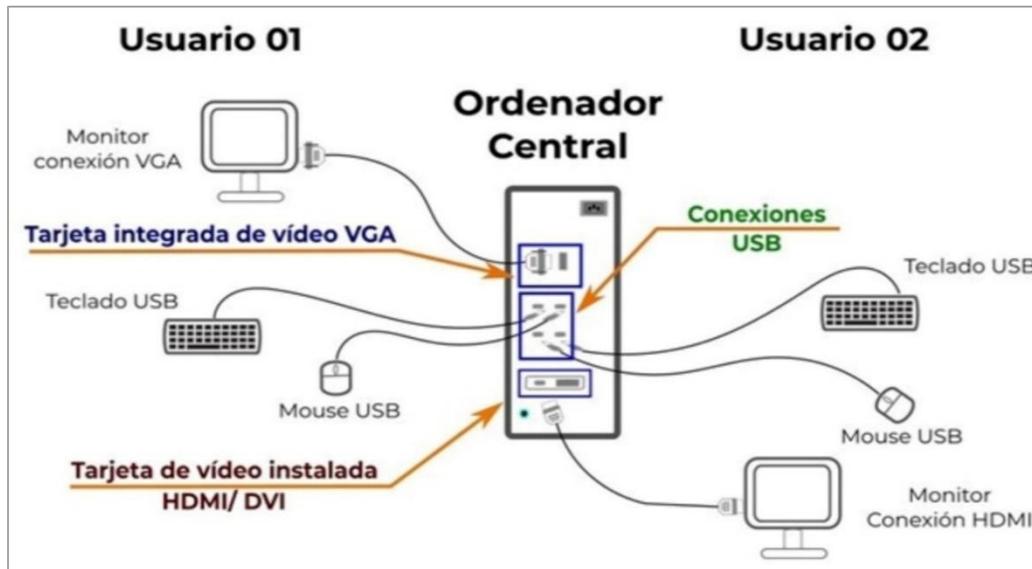


El desarrollo del presente prototipo se realizó con un ordenador reutilizado, respecto al software open source se empleó como Sistema Operativo la distribución GNU/Linux Ubuntu 22.04 [5], el cual durante las etapas de prueba demostró ser eficiente en la creación y manejo de entornos de trabajo empleando los sistemas de ventanas Wyland y X.

En relación al ordenador, se empleó uno de gama baja modelo Slimline con la siguiente arquitectura: CPU AMD Athlon (tm) II X2 220 processor, velocidad de CPU a 2.80 GHz, en memoria cache dispone de 512 Kb, 8 Gb en memoria RAM, disco duro de 1 Tb de almacenamiento; motherboard Intel con los siguientes recursos: tarjeta de vídeo integrada marca Intel, cuatro puertos USB 3.0, puerto de red 100/1000 Mbps, tarjeta de sonido integrada, dos bahías de expansión mini ISA; componentes que integran el motherboard en la parte frontal: lector de tarjetas SD, dos puertos USB 3.0, entrada para audífonos, unidad lectora DVD Lightscribe, BIOS ver. 8.0 [5].

Como resultado. Considerando la arquitectura y el análisis realizado a las prestaciones del prototipo descritas del ordenador central, se determina que reúne condiciones adecuadas para al menos el establecimiento de un Asiento adicional, resultando en la siguiente arquitectura representada en la figura 6

Figure 6. Resultado - diseño de la arquitectura Multi Asiento para el prototipo de dos asientos



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio se presentan en la Figura 7, donde se observa el prototipo de la arquitectura Multi Asiento. Este sistema aprovecha de manera eficiente los recursos de hardware y software para crear entornos de trabajo adicionales a partir de un ordenador de gama baja. En este caso, se utilizó una PC Slimline con un procesador AMD Athlon II X2 220, 8 GB de RAM, 1 TB de almacenamiento y el sistema operativo GNU/Linux Ubuntu 22.04, junto con los servidores gráficos Wayland y X.org. La configuración del hardware permitió generar múltiples asientos (o estaciones de trabajo) reutilizando un solo ordenador, lo que demuestra la eficiencia y adaptabilidad del sistema operativo para manejar entornos de trabajo múltiples en condiciones de recursos limitados.

El prototipo demostró ser capaz de soportar al menos una estación de trabajo adicional sin degradar significativamente el rendimiento general del sistema.

Esto se logró mediante la asignación eficiente de recursos de hardware (CPU, memoria y almacenamiento) gestionados por Systemd y los servidores gráficos mencionados.

La capacidad de crear asientos adicionales en un solo equipo representa una solución de bajo costo para instituciones educativas, bibliotecas y centros de capacitación, donde la optimización de recursos es fundamental. Este enfoque no solo reduce la necesidad de adquirir nuevos dispositivos, sino que también minimiza el consumo eléctrico y los costos de mantenimiento asociados.

La implementación de la arquitectura Multi Asiento tiene un impacto significativo en la equidad tecnológica, especialmente en zonas con recursos limitados. Al permitir que varios usuarios compartan un solo ordenador, se reduce la brecha digital al ofrecer acceso a la tecnología a un mayor número de personas sin necesidad de duplicar la inversión en hardware. Este enfoque es particularmente relevante en instituciones educativas, donde los presupuestos son ajustados y la demanda de acceso a tecnologías es alta. Además, fomenta una cultura de reutilización de hardware, contribuyendo a la reducción de desechos electrónicos y promoviendo prácticas sostenibles, como se observa en la figura 7. Al ser aplicado en dos asientos de trabajo.

Figure 7. Funcionamiento en escritorio de trabajo del prototipo Multi Asiento con dos asientos



Desde una perspectiva de sostenibilidad ambiental, la reutilización de equipos antiguos en configuraciones Multi Asiento contribuye a disminuir el impacto ambiental asociado con la producción y desecho de hardware. Cada ordenador reutilizado representa una reducción en la demanda de nuevos dispositivos, lo que ayuda a mitigar el consumo de recursos naturales y la contaminación generada durante el ciclo de vida del hardware. Este enfoque se alinea con los principios de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones Verdes (TIC verdes), que buscan minimizar el impacto ambiental de las tecnologías digitales.

Aunque el prototipo demostró ser funcional, su rendimiento está sujeto a las limitaciones del hardware utilizado. En condiciones de carga de trabajo pesada (como diseño gráfico, edición de video o simulaciones), el sistema podría experimentar lentitud o limitaciones debido a las especificaciones técnicas del equipo. Para optimizar aún más el rendimiento, se recomienda considerar mejoras en el hardware, como la instalación de una tarjeta gráfica discreta o el aumento de la memoria RAM. Además, la migración a versiones más recientes de los entornos de ventanas, como una mayor integración de Wayland, podría mejorar la velocidad y la eficiencia del sistema.

Otra área de mejora es la implementación de tecnologías de virtualización ligera o contenedores, como LXC o Docker, que permitirían a los usuarios disponer de entornos completamente aislados sin un gran consumo de recursos. Esta aproximación mejoraría la flexibilidad del prototipo y podría habilitar el uso de aplicaciones más exigentes en cada asiento. Además, la integración de tecnologías de gestión remota podría facilitar el mantenimiento y la administración de los sistemas en entornos educativos o laborales.

CONCLUSIONES

La implementación de la arquitectura Multi Asiento en este estudio no solo confirma su viabilidad técnica, sino que también resalta su potencial como una solución sostenible y accesible para abordar problemáticas críticas como la acumulación de residuos electrónicos y la brecha digital. Sin embargo, más allá de los resultados obtenidos, es fundamental enfatizar que este enfoque representa un paso significativo hacia la sostenibilidad tecnológica, alineado con los principios de las TIC verdes y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Mi postura, sustentada en los datos y la argumentación teórica presentada, es que esta arquitectura no solo resuelve problemas inmediatos, sino que también establece un precedente para futuras innovaciones en el campo de la reutilización de hardware y la inclusión digital.

Los resultados demuestran que la reutilización de equipos de gama baja, combinada con software libre, puede extender significativamente la vida útil de los dispositivos y reducir la necesidad de adquirir nuevos equipos. Esto no solo tiene un impacto positivo en la reducción de residuos electrónicos, sino que también promueve la equidad tecnológica al facilitar el acceso a herramientas digitales en comunidades e instituciones educativas con recursos limitados. Sin embargo, es importante reconocer que este enfoque no está exento de limitaciones.



El rendimiento del sistema está condicionado por las capacidades del hardware utilizado, lo que puede restringir su aplicabilidad en tareas que demandan un alto consumo de recursos, como diseño gráfico o edición de video. Estas limitaciones no invalidan la propuesta, pero sí plantean la necesidad de explorar mejoras técnicas, como la integración de tarjetas gráficas discretas o el uso de tecnologías de virtualización ligera (por ejemplo, LXC o Docker), para optimizar aún más el rendimiento y la escalabilidad del sistema.

Además, este estudio deja abiertas varias interrogantes que podrían ser abordadas en futuras investigaciones. Por ejemplo, ¿cómo podría escalarse esta solución a entornos con mayores demandas de recursos, como laboratorios de investigación o centros de capacitación técnica? ¿Qué impacto tendría la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial o el edge computing, en la eficiencia de los sistemas Multi Asiento? Estas preguntas no solo representan oportunidades para ampliar el alcance de esta investigación, sino que también invitan a otros investigadores a sumarse a la tarea de desarrollar soluciones tecnológicas más sostenibles y accesibles.

En conclusión, la arquitectura Multi asiento es una propuesta sólida y bien fundamentada que combina sostenibilidad ambiental, eficiencia técnica y equidad social. Sin embargo, su verdadero potencial solo podrá alcanzarse mediante la colaboración interdisciplinaria y la continuidad en la investigación. Este trabajo no solo aporta una solución concreta a problemas actuales, sino que también plantea un desafío para la comunidad científica, seguir innovando en el campo de las tecnologías sostenibles y accesibles, con el fin de construir un futuro más inclusivo y respetuoso con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alonso-Marín, A., Fernandez, I., Aguado-Puig, Q., Gómez-Luna, J., Marco-Sola, S., & Moreto, M. (2024). BIMSA: Accelerating Long Sequence Alignment Using Processing-In-Memory. *bioRxiv*, 1-5, Doi: <https://doi.org/10.1101/2024.05.10.593513>
- Arroyo, L., Borque, E., Golderos, A., Huidobro, J. M., Iglesia, J. R., Monteagudo, J. L., Mulet, J., Pérez, F., and Vilar, J. L., (2024), Hitos de la Telecomunicación, voz imagen datos, La emoción de conectar, 71-72, <https://forohistorico.coit.es/index.php/biblioteca/libros-electronicos/item/voz-imagen-datos-la-emocion-de-conectarmocióndeconectar>



- Bahr, D. H., & Franco, Y. S. (2012). Estaciones de trabajo multi-asiento. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 6(1), 1-7. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378343675008>
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Lewczuk, K. (2021). The study on the automated storage and retrieval system dependability. *Eksploatacja i Niezawodność*, 23(4), 709-718, DOI: <https://doi.org/10.17531/ein.2021.4.13>
- Velasco, R., (2023), Kernel Linux, descubre cómo es el corazón de este sistema operativo, Recuperado el 23, 07, 2024, de <https://www.softzone.es/linux/tutoriales/kernel-nucleo-linux/>
- Lazo, C. R., Hernandez, C. A., Morales, C. R., García, G. M., Vargas, L. A. V., & Salinas, M. A. R. (2022). Lagarto I-Una plataforma hardware/software de arquitectura de computadoras para la academia e investigación, 19-28, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.13236>
- Echeverría, J. (2023). Tecnomatemáticas experimentales y sociedad: Von Neumann y Wolfram: ciencias de la computación, software matemático, tecnopersonas, John von Neumann, Stephen Wolfram. *Estudios Filosóficos*, 72(210), 361-383, <https://estudiosfilosoficos.dominicos.org/ojs/article/view/1600>
- Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *The Global E-Waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University (UNU), United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), International Telecommunication Union (ITU), & International Solid Waste Association (ISWA). https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_def.pdf
- Gherghel, V., Bălțatu, I. O., & Popa, I. C. (2021). Multi-seat architectures: A method to extend the lifecycle of computing equipment. *Journal of Sustainable Computing*, 4(1), 45-56. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2021.100298>
- Pearce, J. M. (2012). The case for open source appropriate technology. *Environment, Development and Sustainability*, 14(3), 425–431. <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9337-9>



Van Dijk, J. A. G. M. (2020). *The digital divide*. Polity Press. 1706-1708

<https://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1781916>

